



Universidade da Beira Interior

Engenharia

Contribuição para um Geoparque na Região da Serra da Estrela com recurso a SIG

André Gonçalves Belgas (M7478)

Orientador: Luis Manuel Ferreria Gomes

Co-Orientador: Pedro Gabriel de Faria Lapa Barbosa de Almeida

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica

(2º ciclo de estudos)

Covilhã, outubro de 2019

Agradecimentos

Em primeiro agradeço à minha família que sempre me deu apoio e que incentivou à realização do Mestrado, mesmo nos momentos mais complicados sempre me ensinaram a olhar em frente.

Para o meu orientador Professor Luís Manuel Ferreira Gomes, um agradecimento pela disponibilidade, empenho, compreensão e incentivo que permitiu a realização do trabalho.

Ao co-orientador Professor Pedro Gabriel de Faria Lapa Barbosa de Almeida pela sua disponibilidade e apoio, fundamental nas deslocações ao terreno e nas ideias que influenciaram a parte prática da dissertação.

Ao Director de Curso e Professor Jorge Humberto Gaspar Gonçalves agradeço o apoio e disponibilidade que sempre demonstrou ao longo deste Mestrado e principalmente por me ter levado a inscrever no mesmo.

.

No geral, a todos os professores do Mestrado pela forma como me passaram os seus conhecimentos nesta área dos SIG's que são as bases da dissertação.

Um agradecimento à Aspiring Geoparque Estrela pela disponibilidade, abertura e principalmente no acompanhamento efetuado a quando do trabalho de campo.

Um agradecimento ao meu colega José Miguel de Almeida pela companhia que fez neste caminho de dois anos, estando sempre disponível na partilha de conhecimento e apoio nos problemas com que nos íamos debatendo.

Ao Rui Miguel Proença Tomás pela sua companhia desde a entrada na Universidade, bem como a disponibilidade e ajuda que me prestou nesta parte final da dissertação.

Quero deixar um especial agradecimento à família Prata pelo apoio que sempre me deram ao longo destes anos, além da companhia nas deslocações à serra. Ao José Prata pelas fotos que me cedeu e ao João Prata pela revisão da tese e paciência que teve comigo ao longo deste tempo de elaboração do trabalho.

Quero deixar ainda um agradecimento aos amigos do Rebenta Caixotes e às Xu's pela companhia e apoio incondicional nesta etapa da minha vida.

Resumo

É do conhecimento geral que o turismo em Portugal se apresenta como um sector em franca expansão, tendo em larga medida contribuído para a inversão da degradação económica em que Portugal mergulhou na última década. Esta dinâmica e o afluxo de turistas, nomeadamente estrangeiros, tem-se concentrado em locais específicos do país, nomeadamente no litoral, não sendo ainda um dos sectores motrizes das economias locais num vasto número de regiões com elevado potencial turístico, nomeadamente na Serra da Estrela. Importa, todavia, salientar que o turismo pode também acarretar aspetos negativos nomeadamente em ecossistemas vulneráveis, que importa mitigar. O geoturismo, enquanto turismo na natureza, pode apresentar-se como uma solução alternativa que permita em simultâneo a preservação e conservação dos locais, a sua divulgação e dinamização, permitindo a criação de valor para as populações locais, o aprofundamento constante dos conhecimentos sobre os locais e recolha de informação sobre os mesmos, dotando-os de maior interesse para o turista e criando um sentimento de orgulho e pertença para as populações locais. Criando assim um equilíbrio sustentável entre preservação e criação de recursos. Nesta perspetiva a criação de um geoparque que saiba potenciar os vastos recursos existentes na Serra da Estrela, protegendo ao mesmo tempo as suas singularidades e características que a distinguem e a tornam especial pode ser uma mais-valia para toda a região envolvente e mesmo um contribuindo para a economia nacional.

A temática do geoparque pode desempenhar um papel importante na preservação e divulgação do património natural e cultural da Serra da Estrela, contribuindo para dinamização da região. Sendo em simultâneo uma oportunidade para demonstrar as potencialidades e a eficiência das ferramentas SIG. A escolha de recursos hídricos tem como base o conhecimento atual, segundo o qual a água é um recurso indispensável à vida no planeta, devido à sua unicidade, escassez e essencialidade, sendo por esta via um recurso a valorizar e a proteger as suas vulnerabilidades. Para o efeito, é essencial conhecer e caracterizar os pontos de água mais singulares da Serra da Estrela. A sua inventariação e caracterização dos locais é elaborada com recurso aos SIG's, pois estes apresentam-se como uma ótima ferramenta para a criação e manipulação de dados georreferenciados, assim como para a sistematização, consulta e apresentação dos dados georreferenciados através de cartas e mapas. Neste contexto desenvolveu-se o trabalho organizando-o em 5 capítulos. No capítulo 1 são definidos os objetivos e descrita a metodologia utilizada. Inicia-se a pesquisa bibliográfica de modo a enquadrar todas as temáticas abrangidas pelo trabalho. No capítulo 2 é abordado inicialmente, o tema dos geoparques e as temáticas relacionadas, geodiversidade, património geológico, geoconservação e geoturismo. No capítulo 3 é apresentada a caracterização da Serra da Estrela, onde se inserem as temáticas do Parque Natural da Serra da Estrela. No Capítulo 4 desenvolve-se a temática dos hidrogeossítios de um modo detalhado, com classificação dos mesmos quanto à sua relevância sob os valores científico, educacional e turístico, e ainda quanto à sua vulnerabilidade, além de se apresentarem alguns aspetos sobre algumas lagoas da região em estudo. Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões e ideias principais para trabalhos futuros.

Palavras-chave

Águas subterrâneas, Hidrogeossítios, Geoparque, Geoconservação, Geossítio, Geoturismo, Serra da Estrela, SIG's.

Abstract

It is well known that tourism in Portugal presents itself as a rapidly expanding sector, having largely contributed to the reversal of the economic degradation in which Portugal has plunged in the last decade. This dynamic and the influx of tourists, especially foreigners, has been concentrated in specific places in the country, especially in the coastal region, and it is not yet one of the driving forces of local economies in many regions with high tourist potential, namely Serra da Estrela. It should be noted, however, that tourism can also have negative effects on vulnerable ecosystems, which need to be mitigated. geotourism, as tourism in nature, can present itself as an alternative solution that simultaneously allows the preservation and conservation of sites, their dissemination and dynamism, allowing the creation of value for the local populations, the constant deepening of knowledge about the collection of information on them, giving them a greater interest for the tourist and creating a sense of pride and belonging to the local populations. Creating a sustainable balance between preservation and resource creation. In this perspective, the creation of a geopark capable of enhancing the vast resources that exist in the Serra da Estrela, while protecting its singularities and characteristics that distinguish it and make it special can be an asset to the entire surrounding region and even contribute to the national economy.

The theme of the geopark can play an important role in the preservation and dissemination of the natural and cultural heritage of the Serra da Estrela contributing to the dynamism of the region. At the same time it is an opportunity to demonstrate the potentialities and the efficiency of GIS tools. The choice of water resources is based on current thinking, according to which water is an indispensable resource for life on the planet, due to its oneness, scarcity and essentiality. Hence the importance and interest in valuing and being aware of the vulnerability of this resource. For this purpose, it is essential to know and characterize the most unique water points in the Serra da Estrela. Its inventory and characterization of the sites is elaborated using GIS, since these are presented as a great tool for the creation and manipulation of georeferenced data, as well as for the systematization, consultation and presentation of georeferenced data through charts and maps. Thus, in that sense the work organized in 5 chapters was developed. In chapter 1 the objectives are defined and the methodology used is described. The bibliographic research is started in order to frame all the themes covered by the work. In chapter 2, the topic of geoparks and related themes, geodiversity, geological heritage, geoconservation and geotourism are discussed. Chapter 3 presents the characterization of Serra da Estrela, where the themes of the Serra da Estrela Natural Park are inserted. Chapter 4 develops the subject of hydrogeossites in a detailed way, with a classification of them as to their relevance under the scientific, educational and tourist values, as well as their vulnerability, in addition to presenting some aspects about some lagoons of the region under study. Finally, chapter 5 presents the main conclusions and ideas for future work.

Keywords

Groundwater, Hydrogeossite, Geopark, Geoconservation, Geosite, Geotourism, Serra da Estrela, GIS.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Enquadramento do Tema e Importância para a Sociedade.....	1
1.2	Objetivos	3
1.3	Metodologia	4
1.3.1	Aspetos Globais	4
1.3.2.1	Introdução	8
1.3.2.2	<i>Software</i> e equipamento.....	9
1.3.2.3	Recolha de dados	9
1.3.2.4	Localização de Lagoas e Hidrogeossítios.....	20
1.3.2.5	Criação de Cartas Temáticas	21
2	GEOPARQUES E GEOTURISMO	23
2.1	Introdução	23
2.2	Geoparques	23
2.3	Entidades Ligadas ao Tema dos Geoparques	24
2.3.1	Rede Europeia de Geoparques.....	24
2.3.2	Rede Mundial de Geoparques.....	25
2.3.3	Fórum Português de Geoparques Mundiais da UNESCO	26
2.4	Conceitos	26
2.4.1	Introdução	26
2.4.2	Geodiversidade.....	27
2.4.3	Património Geológico E Geossítio	28
2.4.4	Geoconservação	29
2.5	Geoturismo.....	32
2.5.1	Introdução	32
2.5.2	Geoturismo.....	32
2.5.3	Princípios Do Geoturismo.....	34
3	SERRA DA ESTRELA	36
3.2	Parque Natural da Serra da Estrela	37
3.2.1	Classificação.....	37
3.2.2	Caracterização genérica	37
3.3.1	Aspetos Globais	39
3.3.2	Glaciação	41

3.5	Clima.....	47
3.6	Fauna e Flora.....	49
4	CASO DE ESTUDO: HIDROGEOSSÍTIOS E LAGOAS	50
4.1	Introdução.....	50
4.3	Hidrogeossítios.....	57
4.4	Lagoas.....	73
5	CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	79
	BIBLIOGRAFIA.....	83

Anexos:

Anexo I – Cartas de Localização

Anexo II – Fichas de Inventariação/Caracterização

Anexo III – Fichas de Avaliação: Relevância e Vulnerabilidade

Anexo IV – Elementos Principais Detalhados: Mapas e Tabelas-Síntese (Anexo destacável)

Índice de Figuras:

Figura 1.1 - Território e respetivos municípios que integram a candidatura a Geoparque da Serra da Estrela (por parte da AGG) e sua relação com a zona de Parque Natural da Serra da Estrela.....	3
Figura 1.2 - Levantamento com GPS Etrex 10 em Fonte do Valo do Rossim	10
Figura 1.3 - Imagem da aplicação da transformação de sistemas de coordenadas (twcc.fr, 2017).....	11
Figura 1.4 - Extrato da Ficha de Caracterização do Hidrogeossítio	11
Figura 1.5 - Extrato da folha "Calculos", identificação dos locais	12
Figura 1.6 - Extrato da Folha "Calculos", extrato da parte referente à classificação dos vários critérios.....	12
Figura 1.7 - Extrato da aplicação para criação da área referente ao PNSE	14
Figura 1.8 - Shapefile do Parque Natural da Serra da Estrela	14
Figura 1.9 - Criação da shapefile com os concelhos integrantes do PNSE através da ferramenta "clip"	15
Figura 1.10 - Elaboração da shapefile linhasagua.shp	15
Figura 1.11 - Elaboração da shapefile baciashidro.shp	16
Figura 1.12 - Criação de linhas de referência para perfis.....	17
Figura 1.13 - Gerar perfis em ArcMAP	17
Figura 1.14 - Exportação dos dados referentes aos perfis para formato .txt	17
Figura 1.15 - Conversão do MDP para ETRS 1989 TM06.....	18
Figura 1.16 - Linhas de nível geradas pela ferramenta "contour" tendo como base o MDT.....	18
Figura 1.17 - TIN final com os limites do Geoparque	19
Figura 1.18 - "Clip" curvas de nível com PNSE	19
Figura 1.19 - TIN do Parque Natural da Serra da Estrela.....	20
Figura 1.20 - "Join" entre a base de dados em Excel e o ArcMAP	20
Figura 1.21 - Adição dos pontos recolhidos referentes aos Hidrogeossítios	21
Figura 1.22 - Criação da shapefile dos Hidrogeossítios.....	21
Figura 1.23 - Ligação das base de dados através da ferramenta "Join"	22
Figura 1.24 - Edição gráfica da carta temática	22
 Figura 2.1 - Rio Djupa, Katla Geoparque, Islândia ((Katlageopark,2016)	23
Figura 2.2 - Mapa dos 64 Geoparques que integram a Rede Europeia de Geoparques (EGN,2016).	25
Figura 2.3 - Mapa dos 127 Geoparques que integram a Rede Global de Geoparques (GGN,2017).....	25
Figura 2.4 – Singularidades geológicas que levaram ao primeiro Geoparque em Portugal, Trilobites, NatureTejo Geoparque, Portugal (João Prata, 2017).....	26
 Figura 3.1 - Parque Natural Serra da Estrela	36
Figura 3.2 - Modelo da Área do Parque Natural Serra da Estrela	40
Figura 3.3 - Área de glaciação, Serra da Estrela (Ferreira & Vieira, 1999)	41

Figura 3.4 - Enquadramento Geológico da região – Carta Geológica de Portugal (SGP,1992 in Mendes, E. 2006)	46
Figura 3.5 – Elementos climatológicos para a região da Serra da Estrela (a partir de IPMA 2017).	48
Figura 3.6 – Elementos de flora e fauna da Serra da Estrela: Zimbrais de altitude – à esquerda; e Lagartixa-da-Montanha – à direita (João Prata, 2007)	49
Figura 4.1- Temperaturas potenciais de água subterrânea em grande profundidade para as águas especiais do distrito da Guarda (Marcos,2016).....	53
Figura 4. 2 – Fotografia sob o repuxo de água quente do Furo AC2 das Termas de Unhais da Serra, aquando da visita, na fase de construção do Furo AC-G1 (Ferreira Gomes, 2009).....	54
Figura 4.3 – Esboço hidrogeológico em corte da região Nascente da Serra da Estrela (Mendes, 2006).	55
Figura 4.4 – Variação ao longo de 2005 da precipitação diária e do caudal monitorizado das captações estudadas em 2005, por setor (a) e no global (b), da região da Serra da Estrela (Mendes, 2006)	56
Figura 4.5 – Representação esquemática do modelo hidrogeológico conceptual em zonas de grande altitude da Serra da Estrela (zona da Falha da Vilarica-Unhais da Serra); adaptado de Espinha et al (2006).....	57
Figura 4.6 – Localização dos Hidrogeossítios em proposta para o Aspiring Geoparque Estrela.	63
Figura 4.7 – Resultados dos parâmetros globais e dos principais catiões das águas subterrâneas dos Pontos de Águas em proposta para Hidrogeossítios da zona do Aspiring Geoparque Estrela	64
Figura 4.8 - Resultados dos principais aniões das águas subterrâneas dos Pontos de Águas em proposta para Hidrogeossítios da zona do Aspiring Geoparque Estrela	65
Figura 4.9 - Gráficos clássicos sobre os quimismo das águas subterrâneas dos Pontos de Águas em proposta para Hidrogeossítios da zona do Aspiring Geoparque Estrela	66
Figura 4.10 - Localização na área dos vários pontos propostos para hidrogeossítios sobre a carta geológica Aspiring Geoparque Estrela	67
Figura 4.11 Esboço sobre o modelo concetual da água mineral de Unhais da Serra (a partir de Ferreira Gomes, 2012)	68
Figura 4.12 - Exemplo de ficha individual de inventariação do hidrogeossítio	69
Figura 4.13 - Classificação Final da Relevância dos Hidrogeossítios em proposta na zona do território do AGE.....	71
Figura 4.14 - Classificação de vulnerabilidade dos Hidrogeossítios em proposta AGE	72
Figura 4.15 - Lagoa Seca de Seia (João Prata, 2010)	74
Figura 4.16 - Localização das Lagoas da zona de estudo	76
Figura 4.17 – Classificação quanto à relevância e vulnerabilidade do território do AGE	78

Índice de Tabelas:

Tabela 1.1 - Critérios e respectivas pontuações máximas sobre a quantificação da relevância dos vários aspetos (Científico, Educativo e Turístico) dos hidrogeossítios em proposta (com base na classificação proposta pela AEG, 2016b).....	5
Tabela 1.2 - Discriminação das várias componentes e respectivas notas de cada critério para quantificação da relevância dos vários aspetos ou valores (Científico, Educativo e Turístico) dos hidrogeossítios em proposta (AEG, 2016b).....	6
Tabela 1.3 - Critério de relevância internacional e nacional do Geossítio (com base na classificação proposta pela AEG, 2016b).....	7
Tabela 1.4 - Critérios valor de vulnerabilidade do Geossítio (com base na classificação proposta pela AEG, 2016b).....	7
Tabela 1.5 - Shapefiles recolhidas	10
Tabela 2.1 - Medidas de geoconservação para diferentes elementos (Gray, 2005)	31
Tabela 4.1 – Organização dos Hidrogeossítios em proposta para a região do Aspiring Geoparque Estrela.....	61
Tabela 4.2 – Parâmetros físico-químicos e respectivas classificações das águas subterrâneas de Pontos de Água em proposta para serem integrados na rede de Hidrogeossítios do Aspiring Geoparque Estrela.....	62
Tabela 4.3 - Resultados da classificação dos hidrogeossítios em relação à relevância e vulnerabilidade.....	68
Tabela 4.4 - Lagoas inventariadas e as suas principais características no território do Aspiring Geoparque Estrela.....	75
Tabela 4.5 - Resultados da classificação quanto à relevância e vulnerabilidade do território do AGE	77

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do Tema e Importância para a Sociedade

Portugal, país pequeno geograficamente e por razões várias ao longo da sua história sempre teve períodos altos alternados com períodos menos altos. Recentemente viveu um período de profunda crise económica cuja inversão é necessário assegurar. Haverá com certeza muitos caminhos e recentemente o turismo tem-se mostrado como um deles. Naturalmente que o turismo científico é um setor que tem vindo a crescer, entende-se que é sustentável e um caminho a seguir para ajudar a melhorar as economias locais, com a particularidade de contribuir para a conservação da natureza, de espécies, da cultura, de entre outros. É neste contexto que se entende que um geoparque na região da Serra da Estrela é necessário para a sua conservação num todo, ajudando a melhorar a economia local assim como a nacional, devido à relação que existirá entre fluxo de turistas, bens e serviços na economia global.

Devido à importância do tema, atualmente, existe uma candidatura, com um projeto no sentido de elevar a região da Serra da Estrela a membro da Rede Global de Geoparques da UNESCO. O promotor da referida candidatura é a *Aspiring* Geoparque Estrela (AEG), cuja assinatura da Escritura Pública, para a sua constituição, foi efetuada em 2016 (AEG,2016).

Esta candidatura vem de encontro ao crescente aumento do interesse nas temáticas do geoturismo e geoconservação do património geológico, conceitos sempre relacionados com o geoparque.

Neste contexto, a Serra da Estrela, apresenta fortes argumentos para se assumir como candidata a geoparque, quer a nível geológico, onde se destacam as formações graníticas que deram origem à montanha, quer a nível geomorfológico sendo possível constatar o efeito que teve a era glacial nesta região; esta atividade está “gravada” em vestígios geológicos como são os casos das moreias, das lagoas glaciares ou dos vales glaciares, sendo o melhor exemplo destes o vale glacial do Rio Zêzere.

A geomorfologia é ainda marcada pela erosão fluvial; esta, é provocada pela presença de vários cursos de água que têm como origem a Serra da Estrela, destacando-se o Rio Zêzere, o Rio Alva e o Rio Mondego.

A geodiversidade integra parte do Património Natural presente na Serra da Estrela. O património natural presente na região é complementado pela biodiversidade, composta por um complexo e sensível ecossistema, só possível devido às características presentes.

Além do património natural, existe ainda todo um património cultural que caracteriza a região. Existe a necessidade de conservar e promover esta zona em todas as suas dimensões. Neste sentido a criação do geoparque assume um papel fundamental para que haja uma união e um sentimento de orgulho, quer por parte das populações quer por parte das entidades, em torno do bem comum que é a Serra da Estrela.

Por outro lado, há que salientar que atualmente o maciço da Serra da Estrela, segundo o Decreto-Lei n.º 557/76 de 16 de julho (D.L.,1976) já é classificado como Parque Natural, designado por Parque Natural da Serra da Estrela, “de característica económica de montanha, onde vive uma população rural que conserva hábitos e formas de cultura local que interessa acautelar e promover (...)”. Convém salientar ainda sobre a relação do referido decreto-lei e a temática abordada nesta dissertação, que o mesmo refere “Constitui também a Serra da Estrela um extraordinário componente natural de grande valor paisagístico, com panorâmicas de rara beleza representando valores característicos da geografia natural, materializado, por exemplo, na Moreia, no Vale de Manteigas.” (D.L.,1976). Da leitura do documento pode-se constatar que a importância e o potencial da região são reconhecidos desde há muito.

Apesar da beleza natural deste local e das potencialidades, é muitas vezes observável a falta de um rumo no seu ordenamento, na sua promoção e na dinamização do património natural e cultural.

É neste contexto que, como já se referiu, surgiu a *Aspiring* Geoparque Estrela, como entidade com o desafio de formalizar a candidatura junto da UNESCO para a criação de um Geoparque na região da Serra da Estrela de modo a valorizar o **geoturismo** tendo como base a **geodiversidade** e o **património geológico**, bem como sensibilizar para necessidade de preservar e divulgar a herança geológica da região.

Tendo como base o pensamento atual, a água é um recurso indispensável à vida no planeta, devido à sua unicidade, escassez e essencialidade. Surge assim a importância e interesse de valorizar e estar ciente da vulnerabilidade da água como um recurso que não é ilimitado; para tal é essencial conhecer e caracterizar os pontos de água mais singulares da Serra da Estrela, tais como águas subterrâneas, lagoas e captações de água. Fazendo a ligação entre estes pontos singulares com a geodiversidade clássica surge a presente dissertação de modo a se obter uma visão holística da junção da água com a geologia. Neste sentido para a região prevista para o território do Geoparque da Serra da Estrela (Figura 1.1) apresentam-se e caracterizam-se no presente trabalho os pontos de água considerados mais singulares, desde já designados como hidrogeossítio, em complemento, dado que o trabalho se centra na temática da água, dá-se também particular atenção às lagoas da região. No Anexo I apresenta-se um mapa detalhado com a implantação dos vários hidrogeossítios e das lagoas consideradas no presente trabalho.

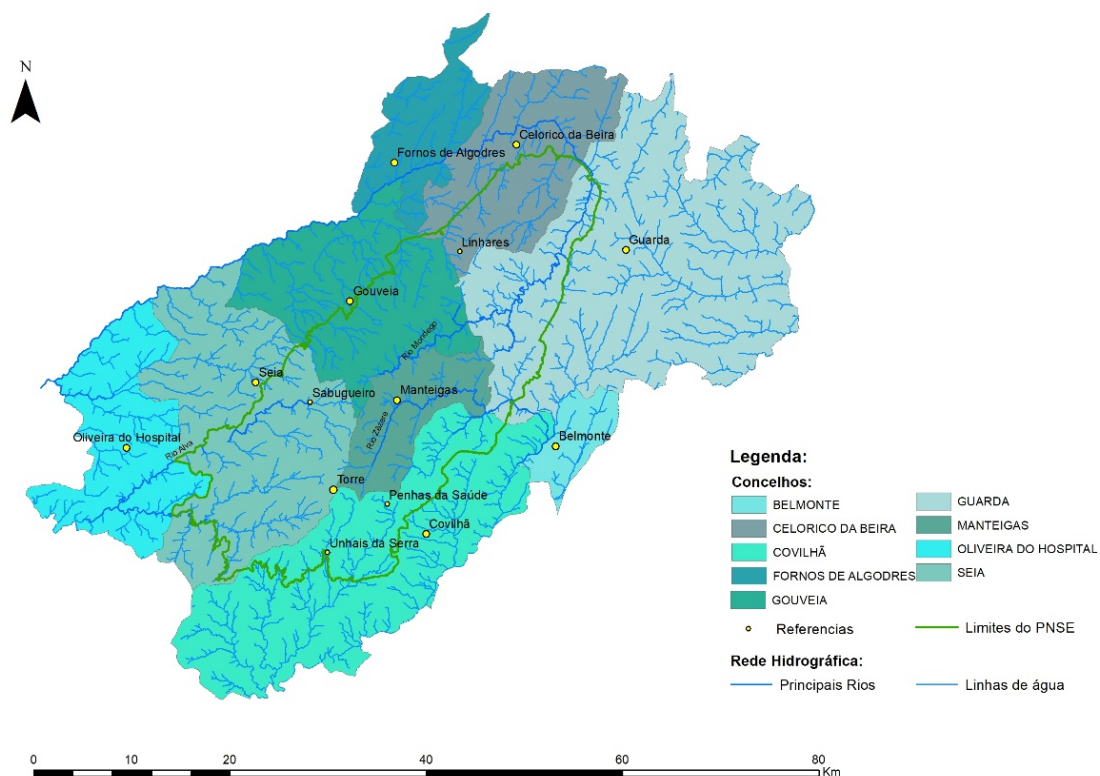


Figura 1.1 - Território e respetivos municípios que integram a candidatura a Geoparque da Serra da Estrela (por parte da AGG) e sua relação com a zona de Parque Natural da Serra da Estrela.

1.2 Objetivos

Com a presente dissertação pretende-se contribuir para o conhecimento e sistematização dos vários componentes a integrar no futuro potencial Geoparque da Região da Serra da Estrela. Dar-se-á maior ênfase aos hidrogeossítios, que são os pontos de água especiais em associação às suas captações (nascentes minerais termais, nascentes, captações para engarrafamento, e outros como minas especiais e até alguns fontanários). Em complemento serão também consideradas as lagoas, que além de terem uma forte componente hídrica, no geral também são importantes pela sua relação com a componente geomorfológica, um dos pilares da sustentação da Serra da Estrela a um geoparque.

Os locais estudados são georreferenciados, caracterizados e faz-se a sua avaliação tendo como base a proposta da *Aspiring Estrela Geopark* (AEG, 2016b). Todos estes dados serão inseridos numa base de dados que poderá ser utilizada posteriormente na elaboração de cartas em ambiente SIG - Sistema de Informação Geográfica, no caso do trabalho em curso ou adaptadas para trabalhos futuros.

Sendo o Mestrado em Sistemas de Informação Geográficos e a presente dissertação vocacionada para a Geologia, é pertinente fazer a ressalva de que o objetivo fundamental é criar uma base dinâmica entre o Excel e o ArcMAP de modo a que num futuro seja possível, tendo por base o trabalho, modificar e acrescentar hidrogeossítios, geossítios, ou outros, criar novos parâmetros de avaliação, retificar a avaliação efetuada e assim gerar novas cartas à medida que vão surgindo novas singularidades e novos estudos sobre o tema. O item da metodologia explana detalhadamente estes últimos aspetos.

1.3 Metodologia

1.3.1 Aspetos Globais

A metodologia da presente dissertação pode-se dividir em 3 fases:

- I. *Pesquisa Bibliográfica* - A primeira fase inicia-se com a pesquisa bibliográfica de modo a enquadrar todas as temáticas abrangidas pelo trabalho.

Após a compreensão de novos conceitos e ideias, aborda-se inicialmente o tema dos **geoparques** e as temáticas relacionadas, **geodiversidade**, **património geológico**, **geoconservação** e **geoturismo**. Com o conhecimento adquirido foi redigido o Capítulo 2, sendo este um apoio para conceção e realização de trabalhos seguintes.

No Capítulo 3 apresenta-se a caracterização da Serra da Estrela, onde se inserem as temáticas **parque natural da serra da estrela**, **geologia** onde se inclui a glaciação, **geomorfologia**, o **clima** e a **fauna e flora**.

No Capítulo 4 desenvolve-se o tema dos **hidrogeossítios** e são apresentados alguns aspetos sobre as **lagoas** da região em estudo.

- II. *Trabalhos de campo* - Finda a primeira fase do trabalho, Pesquisa Bibliográfica e definição da área de estudo e singularidades a tratar, dá-se início à segunda fase com os trabalhos de campo. Estes trabalhos consistiram na visita aos hidrogeossítios e às lagoas, onde foram registadas as coordenadas e altitudes com o auxílio de GPS, bem como na interpretação da envolvente.

Durante esta fase foram trabalhadas as fichas de identificação dos locais que permitem uma avaliação inicial bem como a localização dos vários hidrogeossítios e lagoas em estudo (Anexo II).

- III. *Trabalhos de Gabinete* - A terceira fase corresponde ao trabalho de gabinete. Esta foi a etapa mais morosa onde se procedeu ao tratamento dos dados.

Num primeiro momento foram trabalhados os dados recolhidos em campo, sendo inseridos em dois livros de Excel, um para os Hidrogeossítios e outro para as Lagoas. Estes dois livros são a base das próximas etapas.

Como será explicado no capítulo 2, existem vários valores associados à geodiversidade, valores estes que irão permitir quantificar a relevância e a vulnerabilidade do património geológico. Esta quantificação, irá possibilitar a adoção de medidas e estratégias de geoconservação, de modo a mitigar os processos de degradação a que

as singularidades hidrogeológicas estão expostas, bem como contribuir para a aplicação de medidas de promoção dos hidrogeossítios. É neste contexto que surgem diferentes metodologias adotadas e defendidas por variados autores.

Na segunda fase foram elaboradas as *Fichas de Avaliação da relevância e da vulnerabilidade dos hidrogeossítios*, em ambiente Excel, tendo como base a metodologia do AEG (2016b) de seguida descrita.

A referida metodologia foi adaptada das metodologias de Brilha (2010), Pereira (2007) e Garcia-Cortés (2012) pela entidade AEG de modo a ser possível a inventariação e classificação dos geossítios para a zona da Serra da Estrela.

No presente caso com os hidrogeossítios já devidamente identificados, inicia-se a fase de avaliação; para o efeito, recorre-se a uma ficha de caracterização (Anexo III), onde inicialmente são preenchidos os dados do hidrogeossítio, sendo inseridos o código que o identifica, o nome, descrição e referências bibliográficas. Na localização serão inseridos os campos relativos a município, freguesia e coordenadas geográficas latitude e longitude.

Dá-se início à avaliação do hidrogeossítio, quanto à relevância e à vulnerabilidade. Relativamente à avaliação quantitativa da relevância do hidrogeossítio serão tidos em conta 14 critérios (Tabela 1.1), sendo que cada critério pode apresentar um único aspeto ou vários aspetos (no caso de estudo: científico, educativo e turístico). Cada critério caracteriza-se por várias componentes e respetivas notas para quantificação da relevância dos vários aspetos ou valores (Científico, Educativo e Turístico) dos hidrogeossítios, tal como se apresenta na Tabela 1.2 No Anexo III apresentam-se as quantificações detalhadas nas próprias fichas dos vários hidrogeossítios em estudo.

Tabela 1.1 - Critérios e respetivas pontuações máximas sobre a quantificação da relevância dos vários aspetos (Científico, Educativo e Turístico) dos hidrogeossítios em proposta (com base na classificação proposta pela AEG, 2016b).

Critério	Classificação em cada Aspeto ou valor: Científico, Educativo, e Turístico: 0 a 100%
Representativo dos processos geológicos	Valor científico (30%) e educativo (10%)
Local-tipo	Valor científico (20%) e educativo (5%)
Conhecimento científico	Valor científico (10%)
Estado de conservação	Valor científico (15%), educativo (5%) e turístico (5%)
Diversidade geológica	Valor científico (10%) e educativo (10%)
Raridade	Valor científico (10%), educativo (10%) e turístico (10%)
Condições de observação	Valor científico (5%), educativo (10%) e turístico (15%)
Conteúdo didático;	Valor educativo (20%)
Infraestruturas de logística	Valor educativo (5%) e turístico (10%)
Acessibilidade	Valor educativo (15%) e turístico (10%)
Associação com outros elementos patrimoniais	Valor educativo (10%) e turístico (15%)
Espetacularidade e beleza	Valor turístico (15%)
Existência de conteúdos promocionais	Valor turístico (10%)
Potencialidade para a prática de atividades	Valor turístico (10%)

Tabela 1.2 - Discriminação das várias componentes e respetivas notas de cada critério para quantificação da relevância dos vários aspetos ou valores (Científico, Educativo e Turístico) dos hidrogeossítios em proposta (AEG, 2016b).

Critério	Valor Científico	Valor Educativo	Valor Turístico
Representativo dos processos geológicos	30	10	
Baixa representatividade	0	0	
Com alguma representatividade	1	1	
Um bom exemplo como processo geológico	2	2	
O melhor exemplo como processo geológico	4	4	
Pontuação	0	0	
Local-tipo	20	5	
Não é uma referência	0	0	
Usado como referência regional	1	1	
Usado como referência nacional	2	2	
Usado como referência internacional	4	4	
Pontuação	0	0	
Conhecimento científico	10		
Não existem	0		
Algumas publicações nacionais	1		
Frequentes publicações nacionais e/ou internacionais	2		
Trabalhos de investigação e/ou teses	4		
Pontuação	0		
Estado de Conservação	15	5	5
Fortemente degradado	0	0	0
Apresenta algum nível de degradação	1	1	1
Degradado mas preservando o essencial dos elementos geológicos	2	2	2
Sem degradação visível	4	4	4
Pontuação	0	0	0
Diversidade geológica	10	10	
Ausência de outros elementos geológicos	0	0	
Dois elementos geológicos com interesse científico	1	1	
Três elementos geológicos com interesse científico	2	2	
Mais de três elementos geológicos com interesse científico	4	4	
Pontuação	0	0	
Raridade	10	10	10
Ocorrência comum	0	0	0
Um exemplo raro a nível nacional	1	1	1
Único a nível nacional	2	2	2
Um exemplo raro a nível internacional	4	4	4
Pontuação	0	0	0
Condições de observação	5	10	15
Observação fortemente limitada	0	0	0
Observação limitada	1	1	1
Alguns dos elementos do geossítio com observação dificultada	2	2	2
Perfeitamente observável e com facilidade	4	4	4
Pontuação	0	0	0
Conteúdo didático		20	
Não é utilizado		0	
Utilizado em conteúdos curriculares no ensino superior		1	
Ilustra conteúdos curriculares de qualquer nível de ensino		2	
É utilizado habitualmente em atividades didáticas de qualquer nível de ensino		4	
Pontuação		0	
Infraestruturas de logística			
Inexistência de infraestruturas a menos de 10Km		0	0
Existência de infraestruturas básicas a menos de 10Km		1	1
Existência de serviços de restauração a menos de 10Km		2	2
Existência de serviços de restauração e alojamento a menos de 10Km		4	4
Pontuação		0	0
Acessibilidade		15	10
Não é acessível por nenhuma via de comunicação		0	0
Acesso a partir de caminhos não asfaltados mas facilmente transitados		1	1
Acesso através de caminhos asfaltados e outras vias de comunicação		2	2
Acesso por caminhos asfaltados e existência de estacionamento nas proximidades		4	4
Pontuação		0	0
Associação com outros elementos patrimoniais		10	15
Ausência de outros elementos de interesse patrimonial		0	0
Próximo de outros elementos de património natural		1	1
Próximo de outros elementos de património cultural		2	2
Próximo de outros elementos de património natural e cultural		4	4
Pontuação		0	0
Espectacularidade e beleza			15
(geossítios que apresentam condições de espetacularidade ou beleza especialmente significativas no momento da sua observação, tais como: paisagem marcada por fortes desníveis de altitude; paisagem marcada por vales fluviais, tectónicos ou glaciários; variabilidade cromática notável, existência de fósseis e/ou minerais vistosos)			
Inexistência de qualquer elemento anteriormente referido			0
Existência de apenas um dos elementos atrás referidos			1
Existência de dois dos elementos atrás referidos			2
Existência de mais de dois dos elementos atrás referidos			4
Pontuação			0
Existência de conteúdos promocionais			10
Inexistência de qualquer tipo de divulgação			0
Raramente divulgado			1
Divulgado com alguma frequência associado a um destino turístico			2
Divulgado habitualmente relacionado com um produto turístico			4
Pontuação			0
Potencialidade para a prática de atividades			10
Impossível realizar qualquer atividade			0
Reduzida possibilidade de realização de atividades de lazer e recreativas			1
Possibilidade de realização de atividades de lazer e recreativas			2
Existência de atividades organizadas			4
Pontuação			0
Total	100	100	100
Pontuação Total	0	0	0
Quantificação final da relevância do geossítio	0,00	> 75% - Elevada	
Quantificação do valor final do geossítio	40 > Vc.d.t < 70 - Valor Médio	Vc.d.t < 40% - Baixo Valor	

Serão assim obtidos os dados para cada tipo de valor, bem como a quantificação final da relevância do hidrogeossítio, tendo uma elevada relevância se tiver uma pontuação superior a 75%, um valor médio se estiver situado entre 40% e 75% e será de baixo valor de relevância se for inferior a 40%.

Ainda de salientar, que serão considerados os hidrogeossítios de relevância nacional e internacional de acordo com o apresentado na Tabela 1.3.

Tabela 1.3 - Critério de relevância internacional e nacional do Geossítio (com base na classificação proposta pela AEG, 2016b)

Critério	Valor científico
Raridade	≥ 2
Local-Tipo	≥ 2
Diversidade Geológica	≥ 2
Conhecimento Científico	= 4
Estado de Conservação	= 4
Condições de Observação	= 4

Para a quantificação da vulnerabilidade do geossítio serão tidos em conta 5 critérios tal como demonstrado na Tabela 1.4.

Tabela 1.4 - Critérios valor de vulnerabilidade do geossítio (com base na classificação proposta pela AEG, 2016b)

Critério	Ponderação de Vulnerabilidade
Fragilidade dos elementos geológicos	35%
Proximidade a atividades nocivas	25%
Estatutos de Proteção	20%
Acessibilidade	10%
Densidade Populacional	10%

A cada critério será atribuída uma Ponderação de Vulnerabilidade. Cada critério terá um peso diferente para o valor final, daí serem apresentadas as % que cada critério tem. A ponderação será entre 1 e 4, sendo pouco vulnerável ou muito vulnerável. No Anexo III encontram-se discriminados os vários critérios.

No final obtém-se o valor de vulnerabilidade do hidrogeossítio. Quando o valor for superior a 75% será considerado muito vulnerável entre 75% e 25% tem uma vulnerabilidade moderada e se for inferior a 25% é considerado de baixa vulnerabilidade.

Nesta fase foi ainda realizada uma recolha de várias *shapefiles* de modo a servirem de base para a elaboração das cartas de caracterização dos geossítios. Esta etapa será apresentada detalhadamente no item seguinte que corresponde ao trabalho em ambiente SIG.

Após a fase acima mencionada e que posteriormente será descrita, foi feita a ligação entre o Excel e o ArcMAP conseguindo-se assim uma tabela dinâmica que permite a atualização dos hidrogeossítios bem como o acréscimo de novos elementos

1.3.2 Aspetos Detalhados sobre o trabalho em SIGs

1.3.2.1 Introdução

Neste item são descritos os materiais (*software* e *hardware*) e os procedimentos metodológicos utilizados no processamento de dados. Inicialmente é abordada a temática dos SIG's. Pode-se definir SIG como uma plataforma de *hardware* e *software* com grande capacidade de armazenamento, organizando a informação por *layers*, desde informação espacial a dados alfanuméricos.

Cowen (1988, *in* Pinto), define SIG em função do problema, sendo um sistema de apoio à decisão envolvendo integração de informação georreferenciada num ambiente de resolução de problemas.

Já Aronoff (1989, *in* Pinto), define SIG consoante o contexto de utilização, sendo um conjunto de procedimentos, realizados de forma manual ou automatizada, utilizados no sentido de armazenar e manipular a informação georreferenciada.

Segundo Abrantes (1998, *in* Pinto), um SIG é um sistema composto por *hardware*, *software* e *liveware* tendo como objetivos armazenar, manipular, visualizar e analisar dados de algum modo referenciados. A autora sublinha "Um sistema de Informação Geográfica será então um Sistema de Informação que trata também a informação espacial."

Sobre a estrutura e componentes de um SIG, segundo Shirey (2009, *in* Cunha) a descrição da informação geográfica deve considerar 3 situações:

- Espaço - descreve o espaço ocupado pelos fenómenos representados, normalmente referenciados a um sistema de coordenadas. Estes fenómenos são classificados num dos três tipos de elementos básicos (pontos, linhas e polígonos);
- Atributos - conjunto de propriedades associadas que indicam a natureza de um objeto;
- Metadados - descreve a componente espacial e não espacial, permitindo assegurar a correta utilização da informação geográfica.

São vários os autores que sugerem as componentes essenciais dos SIG; podem-se, no entanto, resumir a:

- Recursos Humanos - componente fundamental, pois é quem lida com os procedimentos complexos, efetuando o levantamento, armazenamento, tratamento, apresentação e análise de dados.

- *Hardware* - associada à parte física do computador, sendo considerados CPU, armazenamento, dispositivos de entradas de dados e dispositivos de saída de dados.
- *Software* - parte dedicada ao processamento da informação espacial englobado a parte de gestão da base geográfica e a base alfanumérica.
- Dados - constitui-se como parte fundamental para a elaboração de um SIG. Pois os dados recolhidos de forma direta (através de imagens, questionários ou levantamentos de campo) ou de forma indireta (informação com base em censos, mapas ou dados que já sofreram algum tipo de tratamento) irão influenciar a qualidade final do trabalho, daí a sua confiabilidade assumir um papel de extrema importância.
- Método - é fundamental a implantação de um método de forma a existir organização quando se está a planear e a implantar o sistema. Garantindo assim, um bom funcionamento desde a entrada dos dados até ao final, ou seja, aquando da apresentação final dos resultados.

Estas componentes são a base de uma boa estrutura de SIG que deve seguir as seguintes etapas:

- Recolha de dados: disponibilizar métodos para a introdução de dados geográficos (georreferenciados) e tabulares (atributos).
- Armazenar: os dados geográficos podem ser armazenados no modelo vetorial e no modelo *raster*.
- Consulta: os atributos dos dados geográficos podem ser consultados nas bases de dados.
- Análise: capacidade de responder a questões relacionadas com a interação das relações espaciais de vários dados.
- Visualização: permite a identificação visual de relacionamentos espaciais de vizinhança, conexão e proximidade. É importante a análise exploratória de dados.
- Saídas: os resultados podem ser apresentados como mapas, relatórios e gráficos.

1.3.2.2 *Software* e equipamento

No presente trabalho, foi usado o programa ArcGIS 10.2 da ESRI para a realização de geoprocessamento, análise espacial e produção cartográfica. Foi ainda usado Autocad, Word e Excel.

No trabalho de campo, após a escolha dos locais, foram realizadas três visitas ao terreno, onde foi efetuado o levantamento das coordenadas e respetivas altitudes. Para esta tarefa recorreu-se a GPS, GARMIN etrex10.

1.3.2.3 Recolha de dados

i) Trabalho de campo

Como foi referido anteriormente, foram efetuadas três visitas aos locais, onde foram levantadas as coordenadas e altitudes dos hidrogeossítios e lagoas. Para o efeito recorreu-se ao uso do GPS, GARMIN etrex10 (Figura 1.2), para posteriormente serem inseridas na base de dados. Foi

ainda realizado um levantamento fotográfico. Com este procedimento, obteve-se a georreferenciação de cada local.



Figura 1.2 - Levantamento com GPS Etrex 10 em Fonte do Valo do Rossim

ii) Trabalho de Gabinete

Nesta fase do projeto foram recolhidas várias *shapefiles* (Tabela 1.5) e uma imagem TIFF tendo sido trabalhado em ambiente ArcMAP de modo a obter novas *shapefiles* e posteriormente se proceder à elaboração de cartas temáticas

Tabela 1.5 - Shapefiles recolhidas

Dados	Formato	Tipo	Fonte	Descrição
Áreas Administrativas	<i>Shapefile</i>	Vetorial Polígono	DGT	Localização das áreas administrativas segundo NUTS I
Bacias Hidrográficas	<i>Shapefile</i>	Vetorial Polígono	SNIAMB	Localização das Bacias Hidrográficas NUTS II
Rede Hidrográfica	<i>Shapefile</i>	Vetorial Polígono	SNIAMB	Localização da rede hidrográfica NUTS I
Dados de Portugal OpenStreetMaps	<i>Shapefile</i>	Vetorial Polígono	OSM / Geofabrik	Várias shapefiles com diversa informação de Portugal
Modelo Digital do Terreno 30m Portugal	GeoTIFF	Raster	Viasig	Modelo elaborado pela ESRI Portugal

De referir que os dados obtidos, nas diferentes fontes, se encontravam no formato *shapefile* ou *raster*, em diferentes sistemas de coordenadas. No trabalho, foi normalizada a projeção cônica ETRS 89 TM 06, consequentemente foram realizadas as respetivas transformações.

a) Tratamento de dados

i. Análise da informação adquirida em campo e tratamento

Referente aos dados dos hidrogeossítios, os dados recolhidos dos trabalhos de campo foram registados nas folhas de inventariação (Anexo II) e posteriormente foram inseridos na base de

dados “Proposta_Fichas_de_caracterização_AGE_hidrogeossítios.xlsx”. Estas são referenciadas diretamente em SIG na forma de pontos.

Relativamente às lagoas o procedimento será diferente, terá como base o Basemap da ESRI, onde será elaborada uma *shapefile* do tipo polígono, tendo em conta que se tratam de áreas e não pontos isolados como é o caso dos hidrogeossítios. Posteriormente serão inseridas nas folhas de inventariação e na base de dados “Proposta_Fichas_de_caracterização_AGE_Lagoas.xlsx”.

Os dados recolhidos em campo, relativos aos hidrogeossítios, são apresentados no sistema de coordenadas WGS84. No trabalho, conforme referido anteriormente, o sistema adotado é a projeção ETRS 89 TM 06. Para essa transformação foi usada uma aplicação no site <http://twcc.fr/#> (Figura 5.2) onde é possível efetuar a transformação entre vários sistemas.

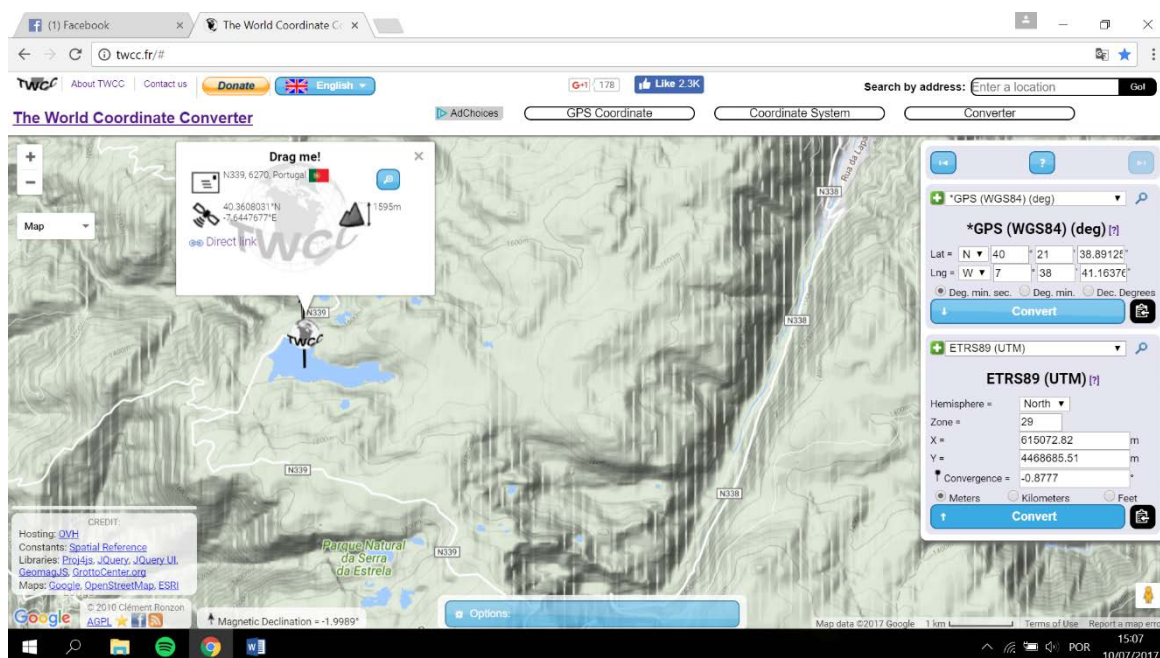


Figura 1.3 - Imagem da aplicação da transformação de sistemas de coordenadas (twcc.fr, 2017).

ii. Criação da Base de dados

A criação de bases de dados pode ser dividida em duas fases.

Na primeira fase, para cada geossítio, serão introduzidos os dados que o permitem identificar (Figura 1.4).

Dados do Geossítio	
Código:	10
Nome:	CELORICO DA BEIRA - GARE, BANHOS DE SANTO ANTÓNIO
Descrição:	Potencial Água Mineral: Sulfúrea, bicarbonatada-sódica, Fluoretada. Resíduo Seco = 374,0 mg/L. Temperatura = 21°C; pH= 7,78. Idade da água: 10000 anos. Potencial artesanismo repuxante (água repuxa de forma natural). Água com potencial em propriedades terapêuticas. Água com potencial em propriedades térmicas. Granitoides hercínios, em associação a sistemas de fracturas, cuja falha principal é de direcção global NE-SW, provável sistema da Falha de Vilação-Unhais da Se. Não concessionadas. No entanto há ruínas no local de balneário e de um casino.
Referências Bibliográficas:	
Localização	
Município:	Celorico da Beira
Freguesia:	Forno do Telheiro
Coordenadas geográficas:	
Latitude:	63693,11
Longitude:	112500,58

Figura 1.4 - Extrato da Ficha de Caracterização do Hidrogeossítio

Em seguida será feita a sua avaliação quantitativa de relevância e de vulnerabilidade, que serão traduzidas em percentagem. Esta avaliação, tal como foi anteriormente referido, tem como base metodologias de outros autores, é a metodologia adotada pela AEG e seguida pelo presente trabalho. Por último será inserido um registo fotográfico do local. No Anexo II encontram-se as fichas de caracterização para todas as singularidades.

Na segunda fase, é criado um novo separador designado “calculo” onde constam vários campos.

Os primeiros campos são referentes à identificação (Figura 1.5), os restantes campos são referentes à classificação para cada critério e para a quantificação final de relevância e vulnerabilidade de cada hidrogeossítio (Figura 1.6). Por forma a facilitar a sua leitura, a cada critério foi dada uma abreviatura, no separado “Códigos” consta a descrição de cada um desses campos.

	A	B	C	D	E	F	G	
1	Nome	x	y	Freguesia	Concelho	Distrito	codigo	R
2	Termas de	43261,82	66308,68	Unhais da	Covilha	Castelo Br		1
3	Termas de	49899,64	79750,69	S Pedro	Manteigas	Guarda		2
4	Termas de	49601	106519	Infias	Fornos de	Guarda		3
5	Caldas de	24660	73160	Penalva de	Oliveira de	Coimbra		4
6	Água Serr	44595,07	84816,19	Paços da	S Gouveia	Guarda		5
7	Glaciar - F	47800	73874	S Pedro	Manteigas	Guarda		6
8	Aldeias - C	45960,32	88979,99	S Cosma d	Gouveia	Guarda		7
9	Celorico d	63693,11	112500,6	Forno Tel	Celorico d	Guarda		8
10	Banhos de	56328,73	99043,67	Linhares	Celorico d	Guarda		9
11	Sulfúrea d	24167,29	72858,05	Penalva de	Oliveira de	Guarda		10
12	Fonte Vel	52380,16	93764,65	Folgosinh	Gouveia	Guarda		11
13	Fonte do f	46275,66	83020,52	S Pedro	Gouveia	Guarda		12
14	Fonte do \	46580,61	81751,53	S Pedro	Gouveia	Guarda		13
15	Mina do P	50724,96	67150,03	Covilha	Covilha	Castelo Br		14
16	Mina da N	51352,91	68810,01	Covilha	Covilha	Castelo Br		15
17	Mina da R	51972,9	68810,03	Covilha	Covilha	Castelo Br		16

Figura 1.5 - Extrato da folha "Calculos", identificação dos locais

Nome	x	y	Freguesia	Concelho	Distrito	codigo	RPGc	RPGCe	LTC	Lte	CCc	Ecc	Ece	Ect	DGc	Dge	Rarc	Rare	Rart
Termas de	43261,82	66308,68	Unhais da	Covilha	Castelo Br	1	2	2	2	1	4	4	4	4	2	2	1	1	1
Termas de	49899,64	79750,69	S Pedro	Manteigas	Guarda	2	1	2	2	2	2	2	4	4	1	1	1	2	
Termas de	49601	106519	Infias	Fornos de	Guarda	3	1	1	1	1	1	4	4	4	2	2	1	1	
Caldas de	24660	73160	Penalva de	Oliveira de	Coimbra	4	1	1	1	1	1	4	4	4	2	2	1	1	
Água Serr	44595,07	84816,19	Paços da	S Gouveia	Guarda	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Glaciar - F	47800	73874	S Pedro	Manteigas	Guarda	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aldeias - C	45960,32	88979,99	S Cosma d	Gouveia	Guarda	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Celorico d	63693,11	112500,6	Forno Tel	Celorico d	Guarda	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Banhos de	56328,73	99043,67	Linhares	Celorico d	Guarda	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sulfúrea d	24167,29	72858,05	Penalva de	Oliveira de	Guarda	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fonte Vel	52380,16	93764,65	Folgosinh	Gouveia	Guarda	11	1	1	1	1	0	4	4	4	2	2	0	0	
Fonte do f	46275,66	83020,52	S Pedro	Gouveia	Guarda	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fonte do \	46580,61	81751,53	S Pedro	Gouveia	Guarda	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mina do P	50724,96	67150,03	Covilha	Covilha	Castelo Br	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mina da N	51352,91	68810,01	Covilha	Covilha	Castelo Br	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mina da R	51972,9	68810,03	Covilha	Covilha	Castelo Br	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 1.6 - Extrato da Folha "Calculos", extrato da parte referente à classificação dos vários critérios

A ligação entre as bases de dados e o SIG será feita através de dois ficheiros CSV, “hidrogeossítios.csv” para os hidrogeossítios e “Lagoas_Serra da Estrela.csv” para as lagoas. Na elaboração das cartas temáticas foram inseridas as *shapefiles* referentes a lagoas e a hidrogeossítios. A ligação entre as bases de dados e o SIG será realizada através do comando “Join”.

Com este procedimento é possível garantir um dinamismo, caso contrário, as cartas temáticas apresentadas seriam estáticas. Nos próximos capítulos será descrito de uma melhor forma este procedimento.

b) Preparação dos dados para elaboração de cartas temáticas

Antes da elaboração das cartas temáticas, de modo a serem apresentados os resultados finais, foi necessária uma preparação dos dados recolhidos nas diferentes fases do processo. Deste modo, inicialmente, foram trabalhadas as *shapefiles*, obtidas junto das diferentes entidades, citadas na Tabela 1.5, estas serão a base para criar novos *layers*. Posteriormente serão geradas as *TIN* (*Terrain Irregular Network*) com base no Modelo Digital de 30m elaborado pela ESRI. As duas *TIN*'s geradas representam a área proposta para pela AEG e a atual área do PNSE. De modo a ir ao encontro dos critérios da metodologia proposta para a caracterização dos hidrogeossítios.

i. Preparação dos dados recolhidos (elaboração de novas *shapefiles*)

- Áreas administrativas

Foram consideradas três áreas administrativas distintas, distritos, concelhos e freguesias. Para cada uma delas será gerada uma *shapefile* específica de modo a que sejam compreendidos os seus limites. Estes limites administrativos serão a base das cartas temáticas.

Os dados contidos nas *shapefiles* relativos às áreas administrativas, com informações sobre limites e áreas foram obtidos junto da entidade Direção Geral do Território - DGT, no seu site.

Fazem então parte deste grupo as *shapefiles*:

- Freguesias.shp - contém as freguesias que integram o território da AEG
- Concelhos_serra1.shp - contém os concelhos que integram o território da AEG
- Portugal_distritos.shp - contém todos os distritos de Portugal Continental

Para a criação destas foi considerada a *shapefile* referente às Freguesias da DGT (Cont_AAD_CAOP2016_hgdatum73.shp) procedendo à mudança de sistema de coordenadas para ETRS89 TM06. Foi elaborada a *shapefile* Portugal_Distritos.shp.

Posteriormente foram selecionados os 9 Municípios envolvidos na candidatura *Aspiring* Geoparque Estrela e geradas assim as *shapefiles* Freguesias.shp, concelhos_serra1.shp, sendo removidas as freguesias de Peraboa e Ferro do Concelho da Covilhã e as Freguesias de Inguias e Caria do Concelho de Belmonte, pois não constam no território da AEG.

- Parque Natural Serra da Estrela

Os dados para a criação da área referente ao PNSE foram obtidos no site do *geofabrik*, retirando os dados pretendidos da *shapefile* gis.osm_landuse_a_free_1.shp, conforme Figura 1.7. Destes

dados foi gerada a shapefile PSNE que contém o polígono que delimita a área do Parque Natural da Serra da Estrela, Figura 1.8.

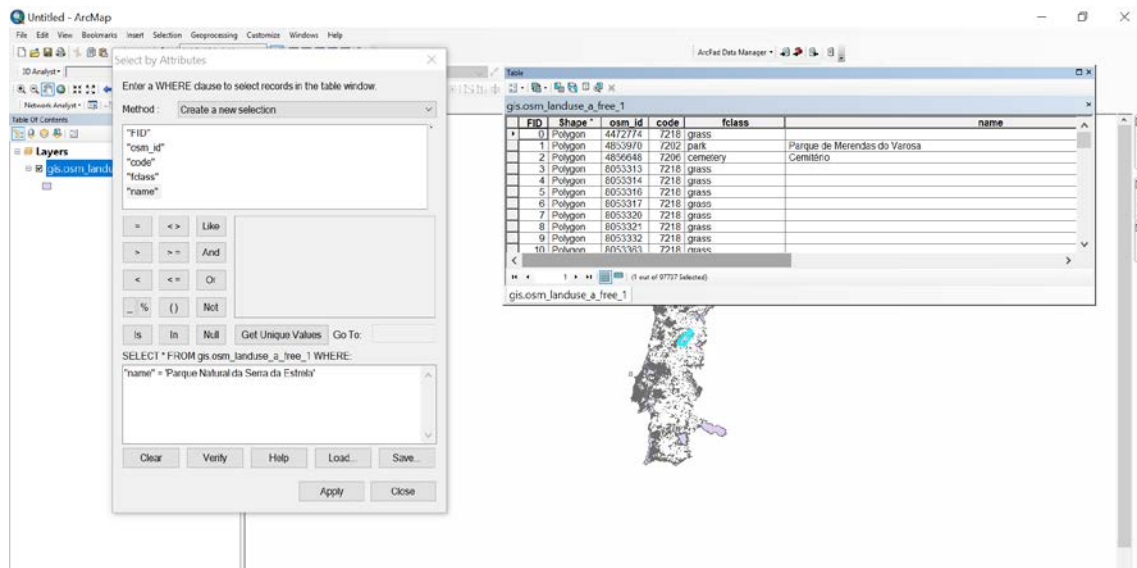


Figura 1.7 - Extrato da aplicação para criação da área referente ao PNSE

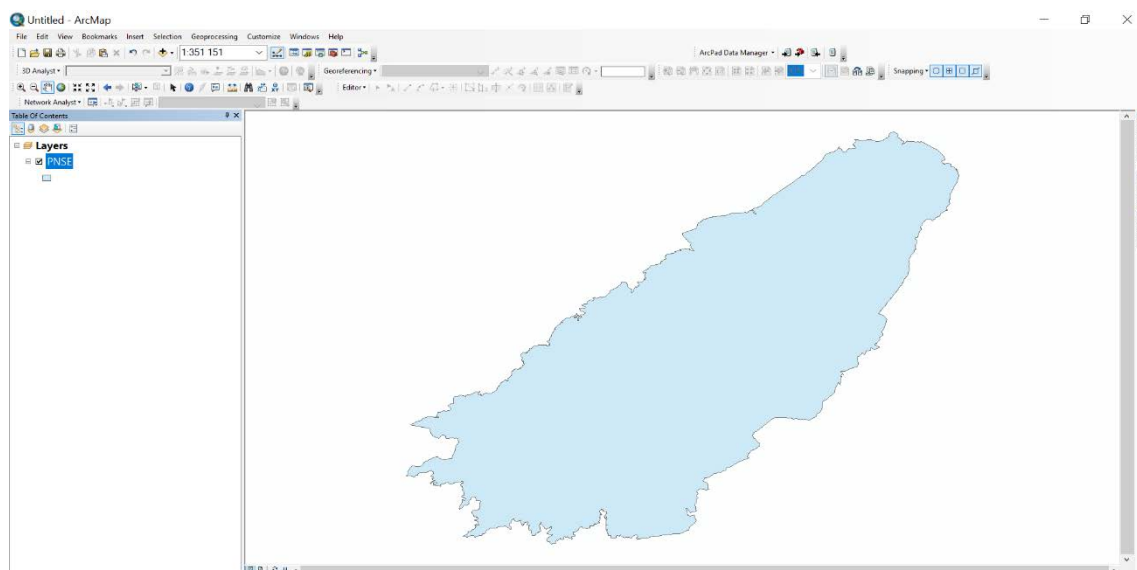


Figura 1.8 - Shapefile do Parque Natural da Serra da Estrela

À shapefile do PSNE ainda foram acrescentados os concelhos que integram o Parque Natural, para o efeito foi usada a ferramenta clip conforme demonstrado na Figura 1.9, resultando assim a shapefile PNSE_C.shp.

Para área definida como Parque Natural da Serra da Estrela, PNSE foram elaboradas duas shapefiles:

- PNSE.shp - contém a área referente ao Parque Natural

- PSNE_C-shp - além da informação da anterior ainda estão representados os concelhos que integram o parque.

Deste grupo pode-se ainda considerar a TIN referente ao PNSE a ser elaborada posteriormente.

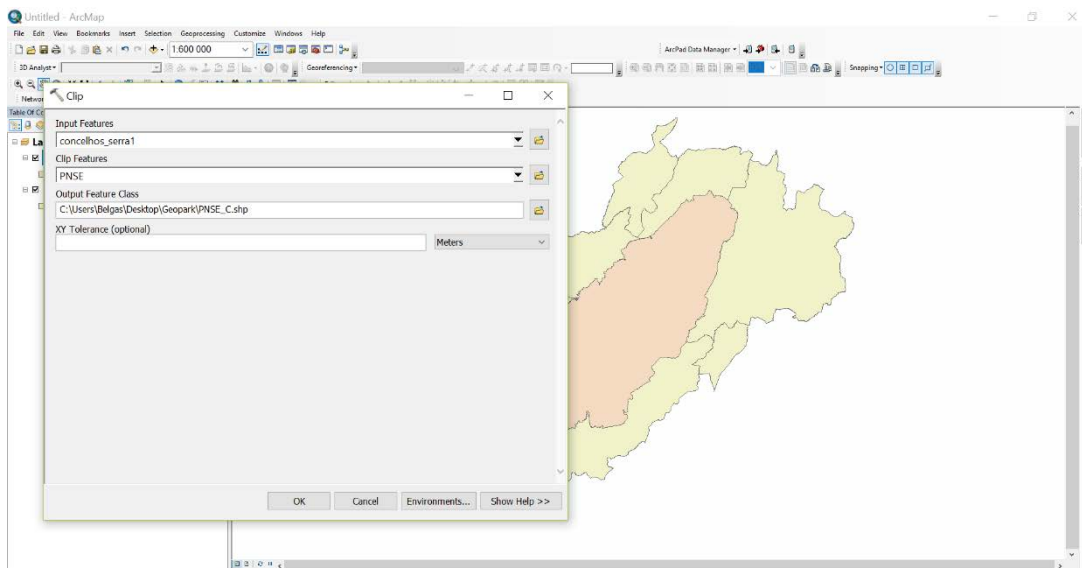


Figura 1.9 - Criação da shapefile com os concelhos integrantes do PNSE através da ferramenta "clip"

- Rede hidrográfica

No site do Sistema Nacional de Informação de Ambiente - SNIAmb, foram recolhidas as *shapefiles* que permitiram a elaboração dos elementos que irão compor o sistema hídrico, Bacias Hidrográficas e Rede Hidrográfica (Linhas de água). Sendo o sistema de coordenadas destes dados o ETRS89 TM06 não é necessário a sua conversão.

Referente às linhas de água, foi inicialmente adicionada a *shapefile* netElementL.shp que contém as linhas de água NUTS II a nível nacional. Adiciona-se ainda a *shapefile* com os concelhos, visto tratar-se da nossa área de estudo. Pode assim fazer-se um "clip" de modo a obter as linhas de água na zona de intervenção, gerando a *shapefile* linhasagua.shp (Figura 1.10).

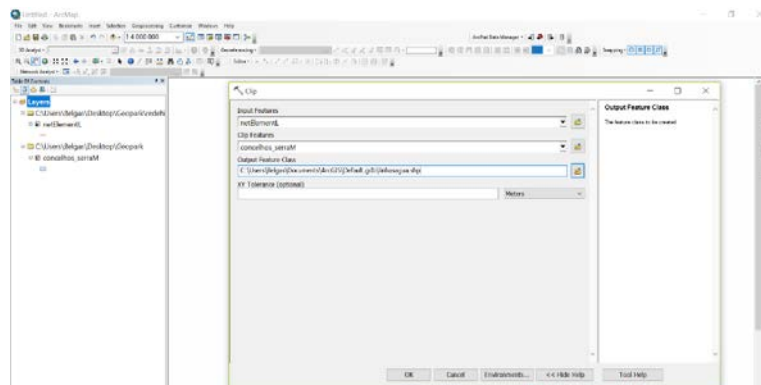


Figura 1.10 - Elaboração da *shapefile* linhasagua.shp

O processo para a criação da *shapefile* Bacias é semelhante ao anterior, para tal adicionam-se as *shapefile* *vw_baccod_25k_ptcont_n3.shp* e *concelhos_serraM.shp* recorrendo-se à ferramenta “clip” para gerar a *shapefile* com o nome *baciashidro.shp* que contém as bacias presentes na área de estudo (Figura 1.11).

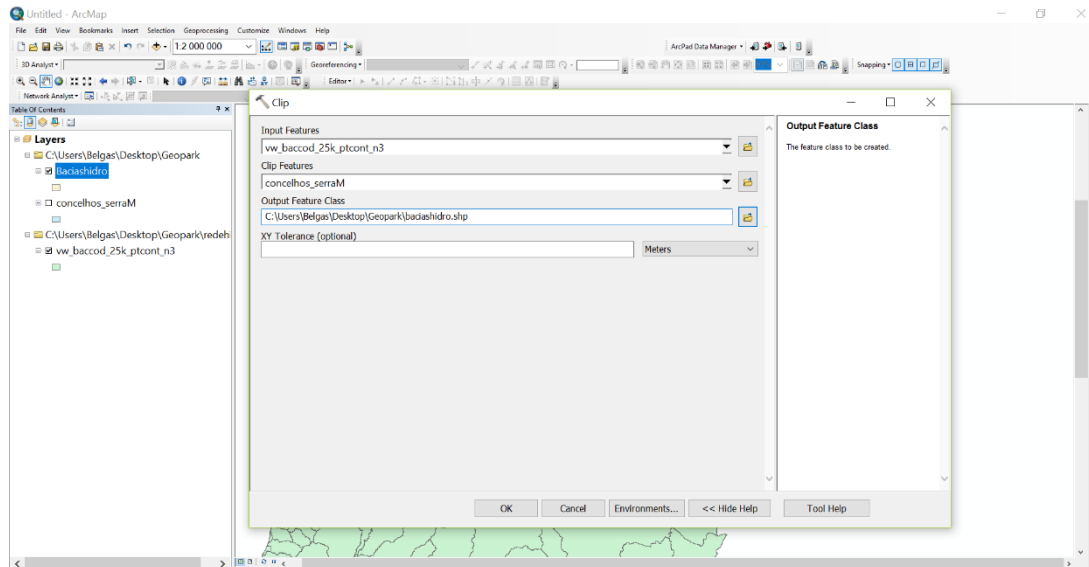


Figura 1 11 - Elaboração da *shapefile* *baciashidro.shp*

Assim, a rede hidráulica será composta por duas *shapefiles*:

- *Linhasagua.shp* - composta pelas linhas de água presentes na área em estudo
- *Baciashidro.shp* - composta pelas principais bacias presentes na área de estudo

- Referências

Foram criadas *shapefiles* com pontos singulares como referências dos principais pontos da Serra da Estrela bem como Lisboa e Porto. Para este grupo serão geradas três *shapefiles*:

- *Referencias.shp* - Localização dos principais locais da Serra da Estrela
- *Referencia2.shp* - Localização de Lisboa e Porto
- *Torre.shp* - Localização da Torre (ponto mais alto)

- Perfis

Foram criados perfis transversais para as lagoas e para os hidrogeossítios, para a execução deste, a base será a TIN com área do Geoparque, *areaclip.shp*.

Foram introduzidas as *shapefiles* referentes a lagoas, hidrogeossítios, curvas de nível e a TIN do Geoparque que, como foi referido anteriormente, será a base dos perfis. Foi criada uma *shapefile* do tipo *polyline* com o nome *perfis*, sendo geradas as linhas de referencia para servirem de apoio (Figura 5.12).

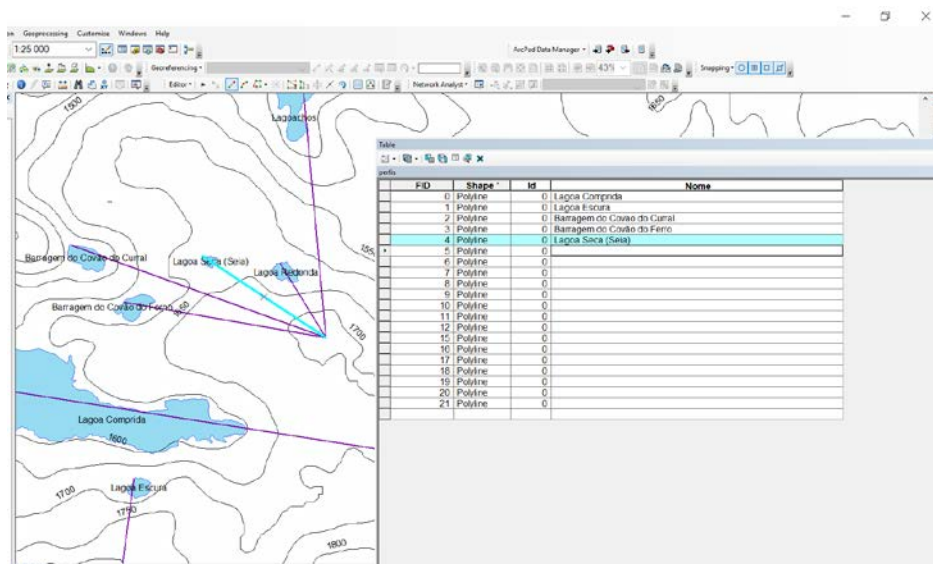


Figura 1.12 - Criação de linhas de referência para perfis

Para gerar os perfis em Arcgis, cria-se uma "interpolate line" sobre as linhas de referência dos perfis criados anteriormente e para visualizar o perfil excuta-se o comando "profile graph" (Figura 1.13).

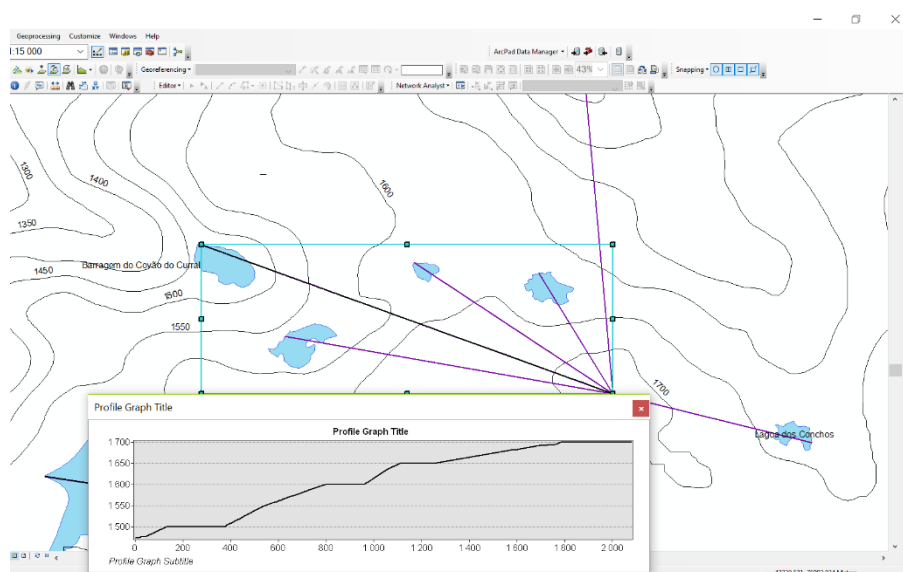


Figura 1.13 - Gerar perfis em ArcMAP

Seguidamente, exportam-se os dados, para formato .txt, (Figura 1.14)

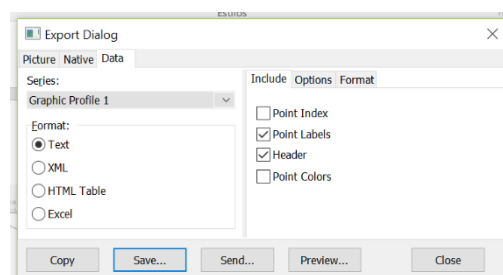


Figura 1.14 - Exportação dos dados referentes aos perfis para formato .txt

Posteriormente os dados foram inseridos em Autocad sendo gerado o perfil final na escala.

ii. Criação de curvas de nível e de TIN

De modo a ser realizado um modelo digital do próprio terreno, partiu-se de uma imagem TIFF, obtida no site <http://blog.viasig.com/2010/03/mdt-30m-para-portugal/comment-page-1/>. As curvas de nível e a TIN foram obtidas da TIFF mdt_aster_pt_D73_GeoTIFF.tif. Depois de carregado em ArcMAP, visto que está em sistema de projecção Datum 73 foi transformado para ETRS89 TM06 (Figura 1.15).

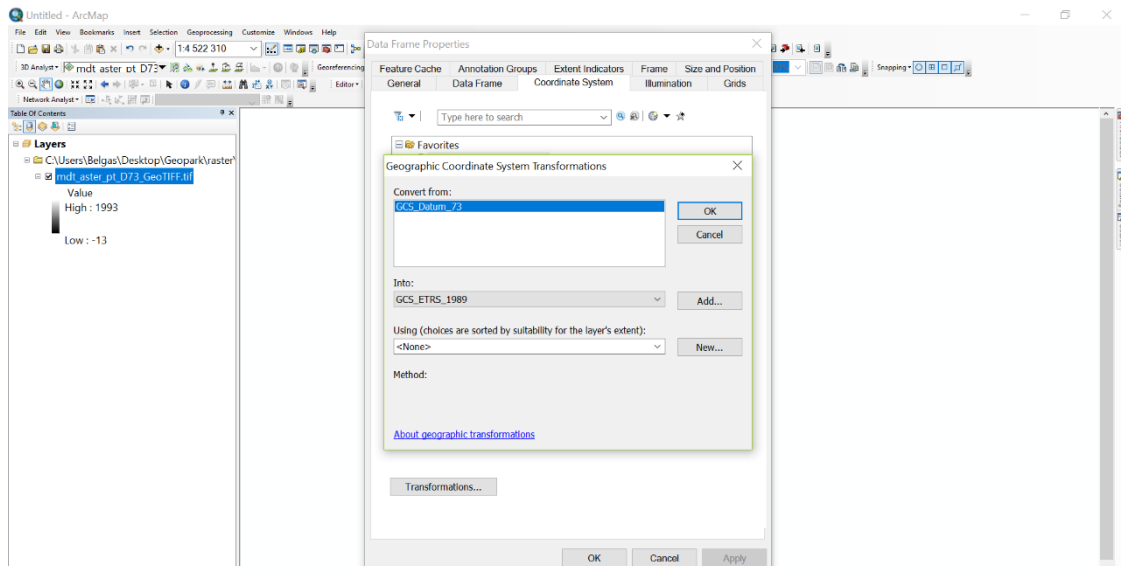


Figura 1.15 - Conversão do MDP para ETRS 1989 TM06

Através da ferramenta "Clip" foi delimitada a área de trabalho, correspondente ao geoparque. Com a área definida, vão ser obtidas as curvas de nível presente na TIFF, através da ferramenta "contour" (Figura 1.16).

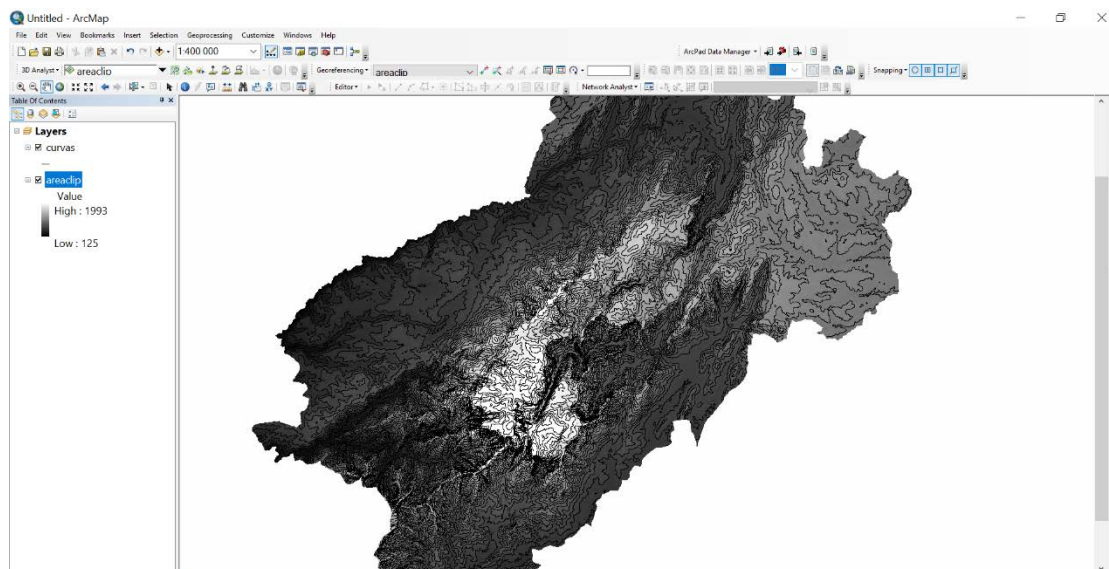


Figura 1.16 - Linhas de nível geradas pela ferramenta "contour" tendo como base o MDT

A TIN será criada tendo como base as curvas de nível com afastamento de 50 metros.

Visto que a área seleccionada não corresponde à pretendia, devido às triangulações efectuadas pelo programa, será feito um clip na TIN com a *shapefile* Concelhos. É assim obtida a TIN com os limites correctos (Figura 1.17).

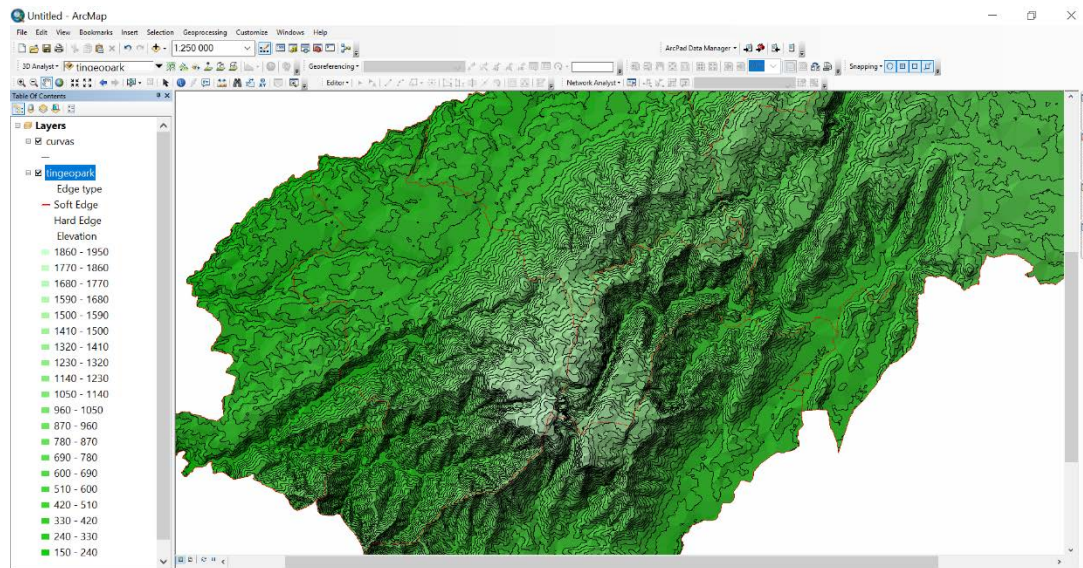


Figura 1.17 - TIN final com os limites do Geoparque

- Tin Parque Natural Serra da Estrela

A criação desta TIN é semelhante à anterior descrita. O que difere é a área, sendo esta definida pela *shapefile* PNSE (Figura 1.18). No final resultará a TIN para o PNSE conforme Figura 1.19.

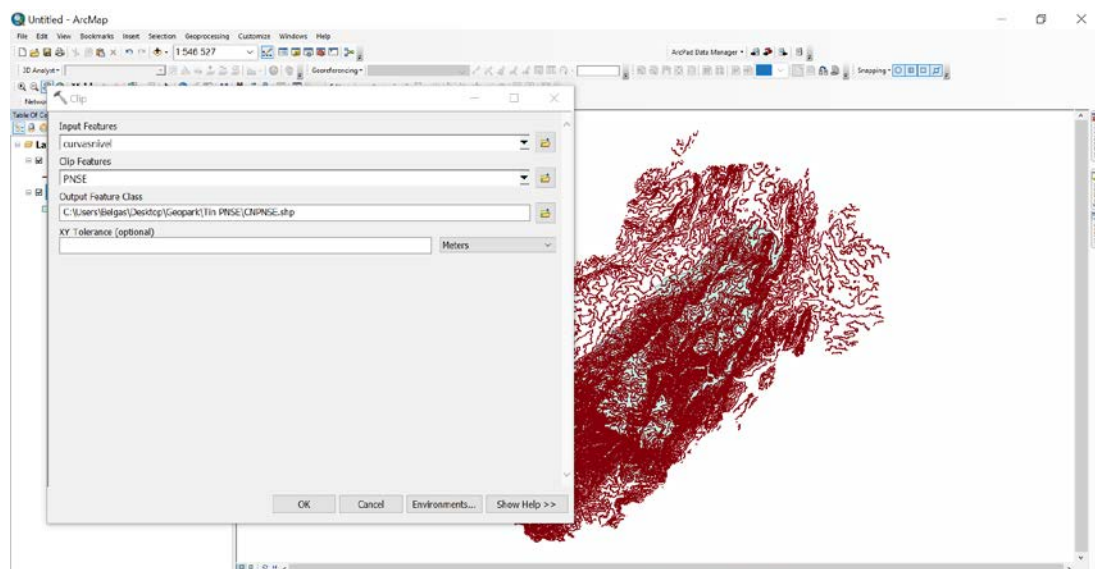


Figura 1.18 - "Clip" curvas de nível com PNSE

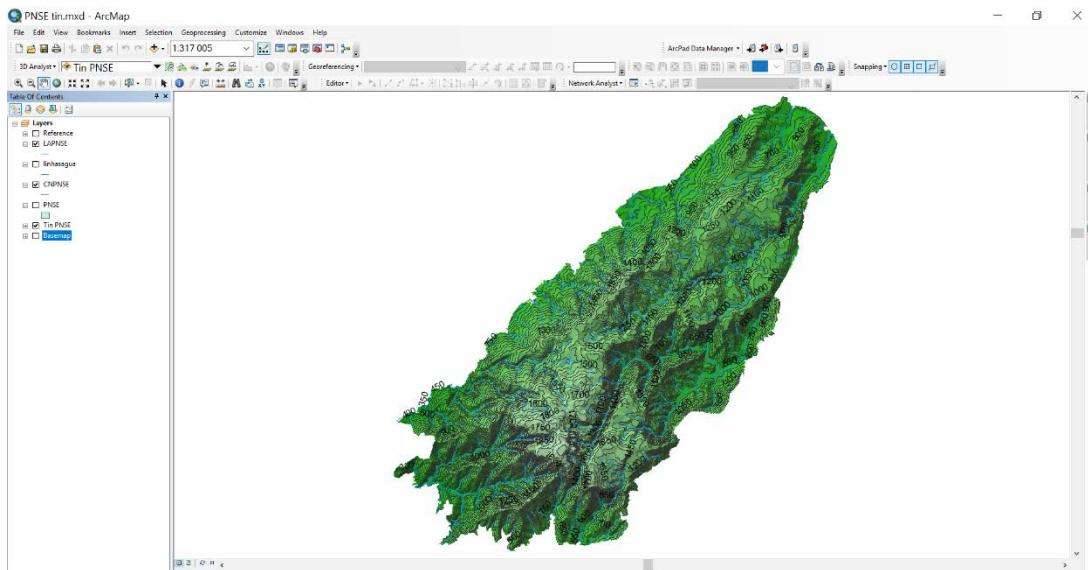


Figura 1.19 - TIN do Parque Natural da Serra da Estrela

1.3.2.4 Localização de Lagoas e Hidrogeossítios

- Lagoas

Para a localização das lagoas, inicialmente teve-se como base o “basemap” da ArcGIS “imagery with labels” onde foram “desenhadas” as lagoas gerando a *shapefile* arealagoas.shp, o sistema de coordenadas usado será ETRS89 TM06.

O próximo passo consiste na ligação entre a base de dados em Excel com o ArcMAP. Para o efeito adiciona-se o ficheiro Lagoas_serra da Estrela.CSV através “Add XY Data” e “Join Data” para ficarem “ligados” o ficheiro CSV e o SHP (Figura 5.19).

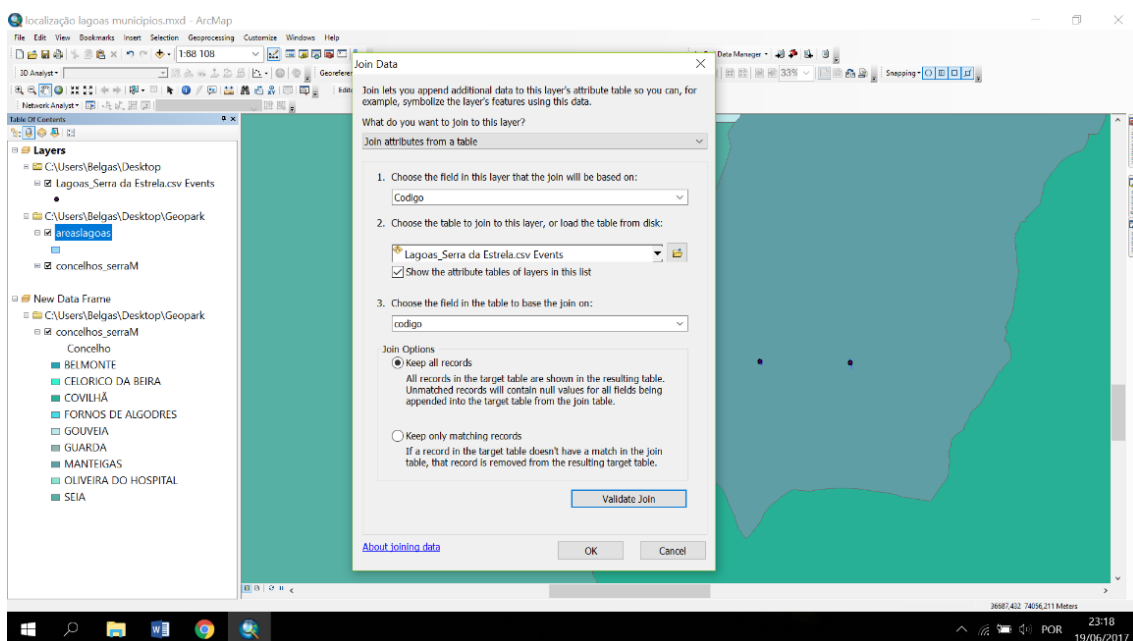


Figura 1.20 - “Join” entre a base de dados em Excel e o ArcMAP

- Hidrogeossítios

Ao contrário das Lagoas, os hidrogeossítios são do formato pontos, como tal não é necessária a criação de polígonos. Será assim criada uma *shapefile* tendo como base hidrogeo.csv, onde estão indicados os nomes dos locais e as coordenadas geográficas.

Para inserir os dados é usado o “Add XY DATA” (Figura 1.21) onde serão introduzidos dos dados presentes na base de dados hidrogeo.csv. Posteriormente tendo como base estes dados será gerada shapefile a shapefile Hidrogeossítios.shp (Figura 1.22).

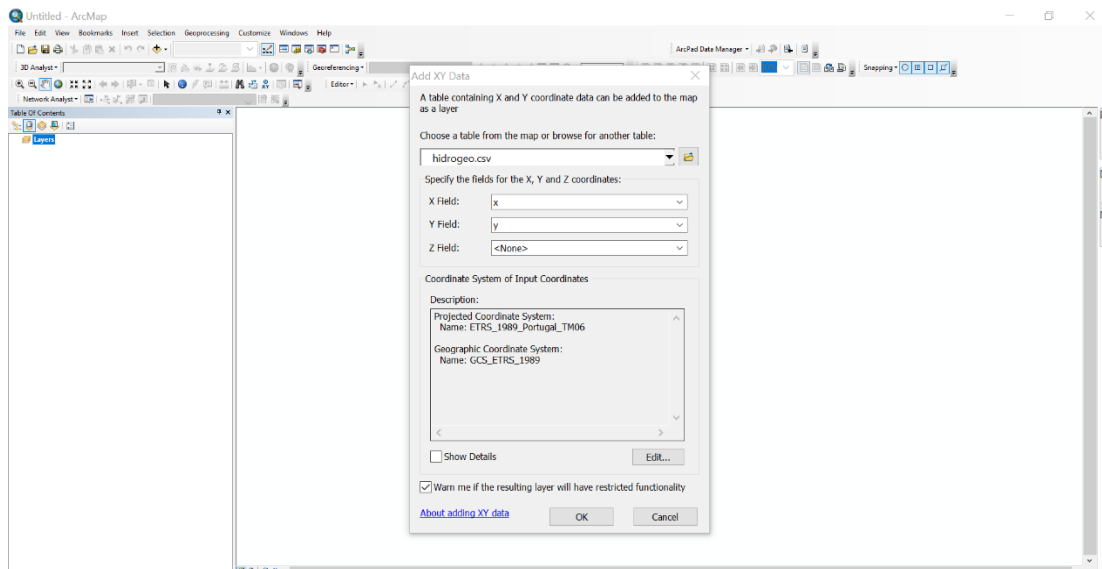


Figura 1.21 - Adição dos pontos recolhidos referentes aos Hidrogeossítios

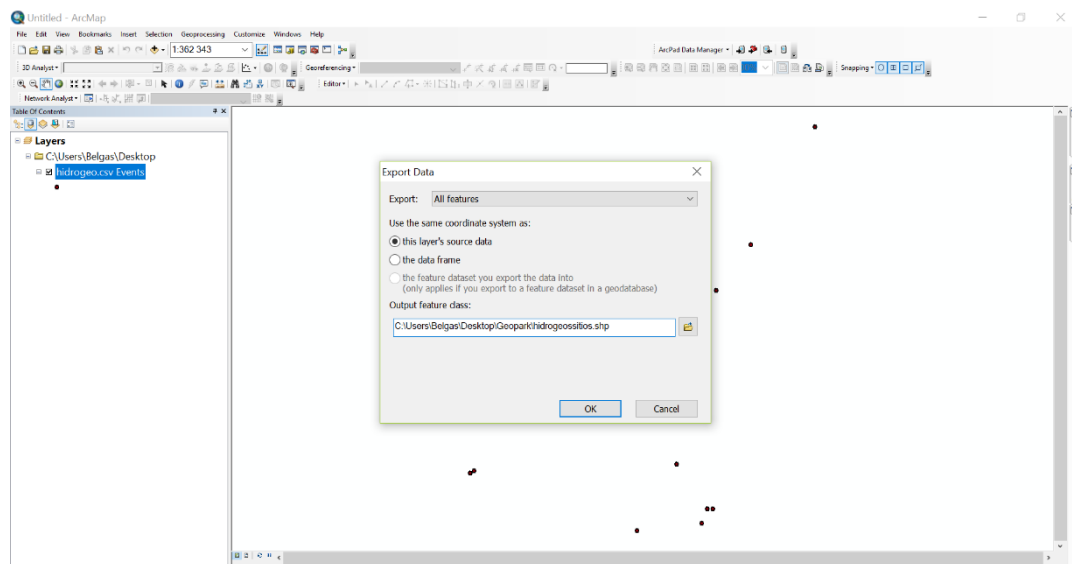


Figura 1.22 - Criação da shapefile dos Hidrogeossítios

1.3.2.5 Criação de Cartas Temáticas

Finalizado o processo de tratamento de dados e das shapefiles necessárias foram elaboradas as cartas temáticas.

Foram elaboradas inicialmente cartas de localização onde estão representados os Municípios, as Bacias Hidrográficas, Linhas de água, lagoas e os hidrogeossítios. Serão ainda elaboradas as cartas de vulnerabilidade e de relevância para as Lagoas e para os Hidrogeossítios.

Nesta fase do projecto, os geossítios têm de estar conectados com a base de dados do Excel. Como tal, é realizado o Join com as respectivas tabelas CSV (Figura 1.23). Com a realização deste passo, obtém-se uma dinâmica entre os dois programas, permitindo quando necessário, a alteração de dados, estes sejam alterados em ambos. Assim é possível acrescentar, modificar e eliminar os diferentes campos que caracterizam os hidrogeossítios e as lagoas.

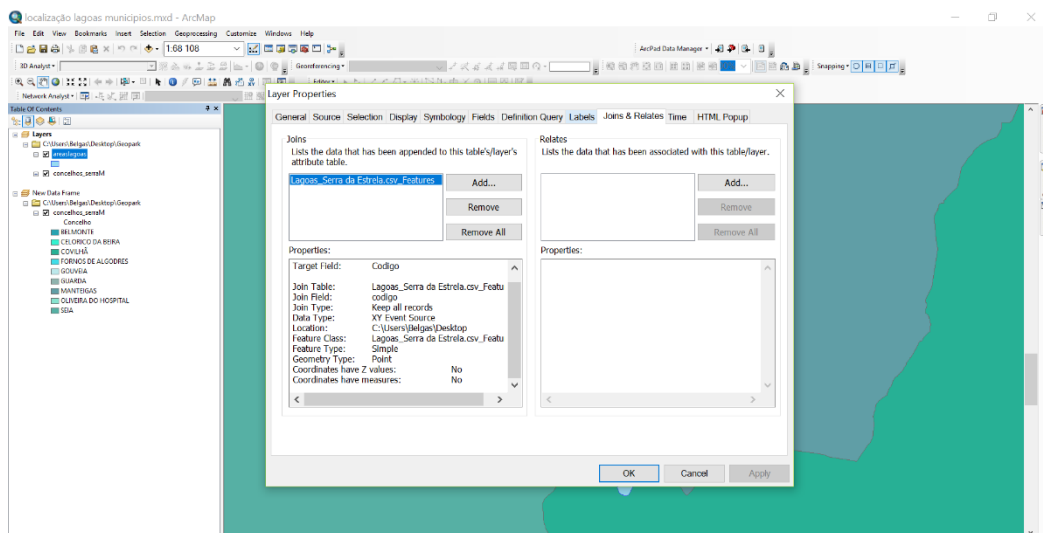


Figura 1.23 - Ligação das bases de dados através da ferramenta "Join"

Após o tratamento e introdução das diferentes shapefiles dá-se início à criação das cartas temáticas. Neste passo, muda-se o projecto para "Layout View" e neste espaço será realizado o tratamento gráfico da carta temática.

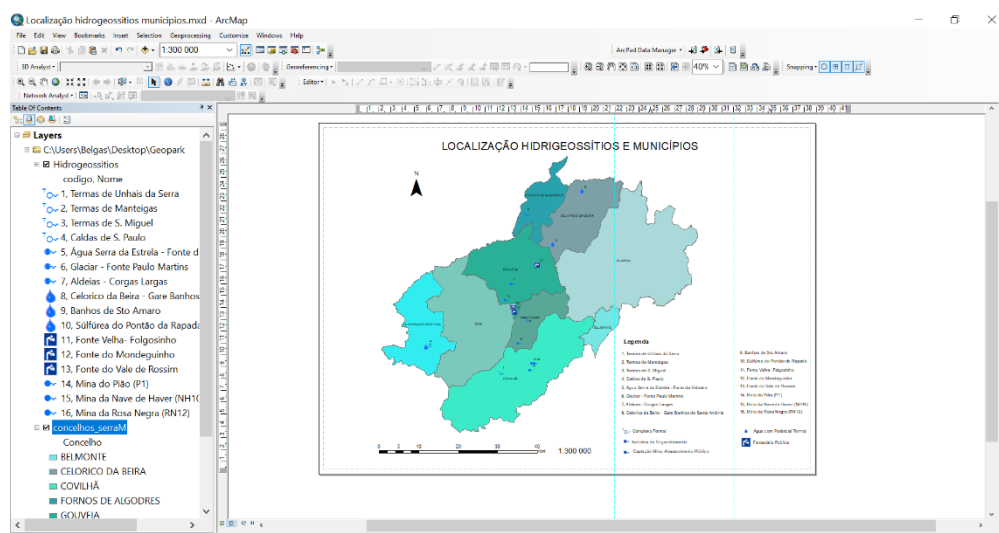


Figura 1.24 - Edição gráfica da carta temática

2 GEOPARQUES E GEOTURISMO

2.1 Introdução

Cada vez mais existe um aumento de conhecimento e interesse por conceitos como geodiversidade e geoturismo. Este interesse levou várias entidades a optarem pela conservação, certificação e promoção do seu património geológico, existindo nestes processos várias fontes de apoio ao desenvolvimento e cooperação a vários níveis.

Na sequência destas ideias, surgem os geoparques, sendo um conceito relativamente novo; nestas áreas, bem delimitadas, é defendida a ideia de conservação e valorização da parte geológica, sendo que vai mais além, procurando também, alcançar o restante património existente de modo a promover e a proporcionar desenvolvimento na área onde está inserido.

A Figura 2.1 mostra um exemplo de um geossítio inserido num geoparque.

Nos próximos subcapítulos são abordados os conceitos básicos referentes à temática.



Figura 2.1 - Rio Djupa, Katla Geoparque, Islândia ((Katlageopark,2016)

2.2 Geoparques

A UNESCO define geoparque como um conjunto de áreas geográficas, bem definidas, constituídas por sítios e paisagens com interesse geológico internacional, nacional e regional, geridas num conceito de compreender os fenómenos na sua totalidade e de forma global, ou seja, num holismo de proteção, educação e desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2016). O património geológico é usado em conexão com as outras singularidades do património natural e cultural da região de modo a sensibilizar e a aumentar a compreensão das principais questões da sociedade, como o uso de recursos naturais de forma sustentável, mitigação dos efeitos das alterações climáticas e a redução dos impactos dos desastres naturais. Através da sensibilização para a importância do património geológico da região na história e na sociedade atual, o

geoparque pretende dar às pessoas locais um sentimento de orgulho da sua região e aumentar a identificação com a área. Promove ainda a criação de empresas, gerando novos postos de trabalho e formações específicas que serão fontes de receitas geradas através do geoturismo e contribuindo para a preservação dos recursos geológicos (UNESCO,2016).

Segundo Eder e Patzak (2004) um Geoparque UNESCO deve preservar o património geológico para gerações futuras (**conservação**), educar e ensinar o público em geral sobre questões relativas a paisagens geológicas e matérias ambientais (**educação**), bem como disponibilizar infraestruturas para estudos e pesquisas no âmbito das Geociências e por fim garantir o desenvolvimento sustentável (**turismo**).

De um modo geral, pode-se definir geoparque como uma área bem delimitada, tendo como base o património geológico de interesse científico, educacional e turístico, onde deve existir um conjunto de políticas de geoconservação do mesmo, de modo a mitigar os efeitos nocivos que possam levar à sua degradação. Além da geologia, deve haver uma ligação com os restantes elementos do património natural e cultura, de modo a que se proporcionem melhorias nas condições de vida das populações locais. Deste modo, o geoparque terá de englobar questões ambientais, ter em conta a biodiversidade, a arqueologia e outros aspetos da herança cultural, ou seja, um geoparque tem de ter uma visão holística e não se restringir apenas questões geológicas.

2.3 Entidades Ligadas ao Tema dos Geoparques

2.3.1 Rede Europeia de Geoparques

É uma organização sem fins lucrativos e tem como lema proteger a geodiversidade, promover a herança geológica ao público em geral, bem como apoiar o desenvolvimento económico sustentável dos territórios, principalmente através do desenvolvimento do turismo geológico.

Fundada em 2000, composta inicialmente por quatro geoparques, Reserve Geologique de Haute-Provence - França; Natural History Museum of Lesos Petrified Forest - (Ilha de Lesbos) Grécia; Geopark Gerolstein/Vulkaneifel - Alemanha e Maestrazgo Cultural Park - Espanha, atualmente a rede é composta por 64 geoparques conforme mostrado na Figura 2.2 (EGN,2016).

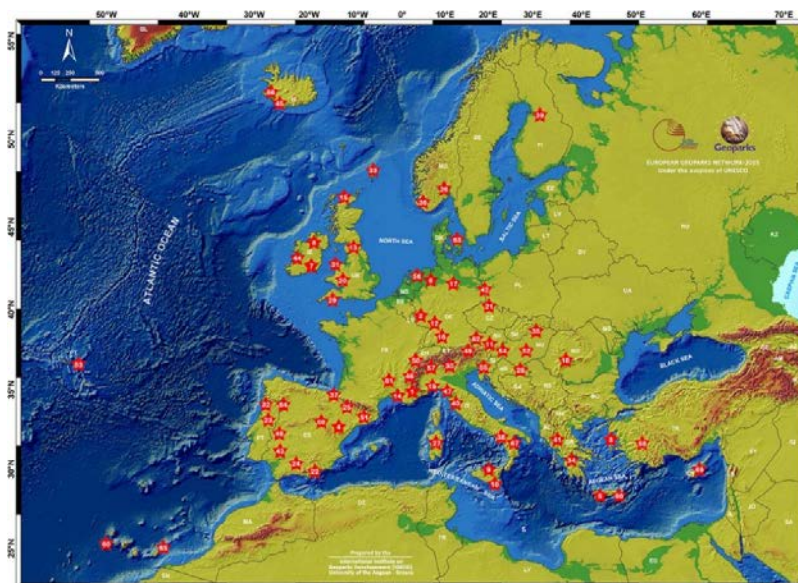


Figura 2.2 - Mapa dos 64 Geoparques que integram a Rede Europeia de Geoparques (EGN, 2016).

2.3.2 Rede Mundial de Geoparques

O ano de 2001 marca o início do trabalho da UNESCO sobre o tema dos Geoparques tendo como base a Rede Europeia de Geoparques, sendo fundada a Rede Mundial de Geoparques em 2004 na sede da UNESCO em Paris, inicialmente formada por 25 geoparques, 17 Europeus e 8 Chineses. Pretende-se que as iniciativas e conhecimentos desenvolvidos sobre o património geológico de cada membro seja partilhado de modo haver um intercâmbio de experiências e cooperação entre membros.

Em 2015 os Estados Membros da UNESCO retificam a designação e passa a ser definida como UNESCO Global Geopark (Global Geopark, 2016), sendo expresso o reconhecimento governamental da importância da boa gestão dos geossítios e paisagens.

Atualmente fazem parte do UNESCO Global Geopark 127 geoparques num total de 35 países (Figura 2.3).

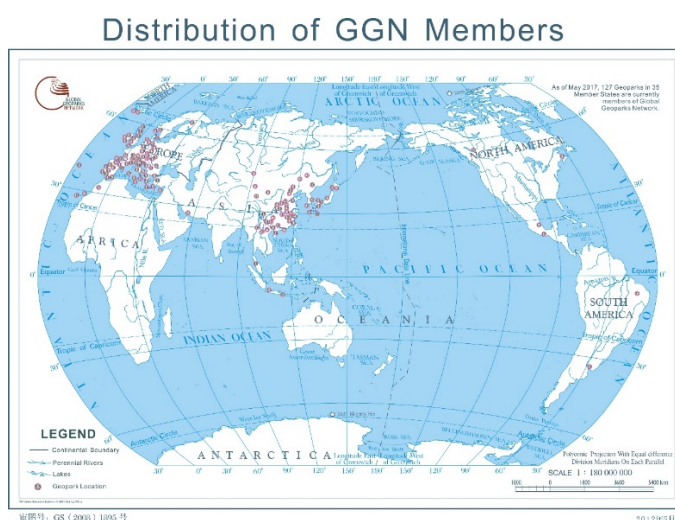


Figura 2.3 - Mapa dos 127 Geoparques que integram a Rede Global de Geoparques (GGN, 2017).

2.3.3 Fórum Português de Geoparques Mundiais da UNESCO

O Fórum Português de Geoparques Mundiais, criado em 2011 sob alçada da Comissão Nacional da UNESCO, tem como membros o Geoparque Naturtejo da Meseta Meridional (**Figura 2.4**), o Geoparque Arouca, o Geoparque Açores, o Geoparque Terras de Cavaleiros e a Comissão Nacional da UNESCO (Coordenação). O projeto de Geoparque Estrela é constituído como membro observador do fórum (UNESCO Portugal, 2016).



Figura 2.4 - Singularidades geológicas que levaram ao primeiro Geoparque em Portugal, Trilobites, NatureTejo Geoparque, Portugal (João Prata, 2017)

2.4 Conceitos

2.4.1 Introdução

Da Convenção para Património Mundial da UNESCO de 1972 surgem as definições para as duas categorias de Património Mundial, o Património Cultural e o Património Natural (UNESCO, 2005).

De acordo com o **Artigo 1** daquela convenção são considerados como **Património Cultural**:

Monumentos: trabalhos arquitetónicos, escultura e pintura monumental, elementos ou estruturas de arqueologia natural, pinturas rupestres e grupo de elementos com valor universal excecional do ponto de vista da história da arte ou da ciência;

Conjuntos: Grupos de construções isoladas ou reunidos, que, em virtude da sua arquitetura, unidade ou integração na paisagem têm valor universal excecional do ponto de vista da história, da arte ou da ciência;

Locais de interesse: Obras do homem, ou obras conjugadas do homem e da natureza, e as zonas, incluindo os locais de interesse arqueológico, com um valor universal excecional do ponto de vista histórico, estético, etnológico ou antropológico.

No **Artigo 2** da convenção são considerados como **Património Natural**:

Características naturais: constituídas por formações físicas e biológicas ou por conjuntos de formações, com valor universal excecional do ponto de vista estético ou científico;

Formações geológicas ou morfológicas e zonas delimitadas: que constituem um habitat de espécies ameaçadas, de valor universal excecional do ponto de vista da ciência e da conservação;

Sítios naturais ou áreas naturais delimitadas: com valor excecional do ponto de vista da ciência, conservação ou beleza natural.

Após a leitura do documento, “Textos fundamentais da Convenção do Património Mundial de 1972”, é possível concluir que as temáticas geodiversidade, património geológico e geoconservação estão enquadradas no tema Património Natural fazendo parte deste. Por sua vez quando se aborda o tema de Geoparque há a considerar além o Património Natural o Património Cultural.

2.4.2 Geodiversidade

São vários os autores que sugerem uma definição para a “Geodiversidade”; citando *Sharples* (2002) “Geodiversidade significa o alcance (ou a diversidade) da Geologia, geomorfologia e características do solo, disposições, sistemas e processos”. Para Gray (2005) a Geodiversidade pode ser definida de forma simples “a área natural (diversidade) geológica (rochas, minerais, fósseis), geomorfológica (morfologia, processos físicos) e características do solo, incluindo a maneira como se ligam, como se relacionam entre si, propriedades, interpretações e sistemas que surgem do processo.

A nível nacional Pereira (2013) considera a Geodiversidade como a variedade de ambientes geológicos, fenómenos e processos ativos geradores do relevo, rochas, minerais, fósseis, água e solos.

Segundo Brilha (2005) “a geodiversidade resulta de uma multiplicidade de fatores e da relação entre eles”. Os mais relevantes serão:

- Elementos Químicos - Da ligação dos elementos químicos resultam moléculas que originaram diversas substâncias, entre elas os minerais. As rochas são resultado da ligação dos minerais.
- Tectónica - Responsáveis por exercer forças que conduzem à fracturação das rochas.
- Agentes Atmosféricos - Responsáveis pela alteração das rochas e mutação da paisagem geológica. Os minerais quando expostos à superfície, estão sujeitos a estes agentes,

sofrendo uma transformação o que leva ao surgimento de um novo mineral. Este mineral apresentará um comportamento mais estável nas condições superficiais.

- **Clima** - É um fator que em muito contribui para a geodiversidade e particularmente para a formação de paisagens naturais, sendo a presença da água, determinante na alteração das rochas superficiais. A temperatura também tem significado nas alterações; os climas mais quentes promovem a alteração, devido a grande humidade e ao intenso calor; os climas tropicais, são os mais agressivos para a maioria das rochas e minerais.
- **Erosão** - As alterações provocam erosão o que conduz a sedimentação quer fluvial, glacial ou outras o que gera depósitos sedimentares, consolidados ou não sendo outro elemento da geodiversidade.
- **Fósseis** - Restos de seres que habitaram a terra há milhões de anos e a sua atividade ficou preservada nas rochas sendo assim um elemento de geodiversidade
- **Solos** - São o produto da alteração da rocha e contém matéria orgânica, fazendo a ligação entre a geodiversidade e a biodiversidade.

Da mesma fonte (Brilha, 2005) considera-se importante citar que “a Geodiversidade compreende apenas aspetos não vivos do nosso planeta. E, não apenas os testemunhos provenientes de um passado geológico (minerais, rochas, fósseis) mas também os processos naturais que atualmente decorrem dando origem a novos testemunhos”.

A geodiversidade será assim a parte do património natural que compreende a dita natureza não viva do planeta, alcançado, não só os elementos passados, mas também a multiplicidade de fatores que atualmente são responsáveis pela variação e criação de novos elementos de património.

Assim, pode-se considerar a geodiversidade como um processo de mutação constante que vai enriquecendo e moldando o **Património Geológico**.

2.4.3 Património Geológico E Geossítio

Galopim de Carvalho (1998) define geossítio ou monumento geológico como uma ocorrência geológica, com valor documental no estabelecimento da história da Terra com características de monumentalidade, grandiosidade e raridade, beleza.

Brilha (2005) aprofunda o conceito, definindo-o como ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (afloramentos quer em resultado da ação de processos naturais quer devido à intervenção humana), bem delimitada geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, didático, cultural ou turístico.

Segundo Pereira (2013), os geossítios são definidos em termos de:

- Interesse - Geomorfológico, mineralógico, petrográfico, paleontológico, estratigráfico e tectónico
- Valor - Científico, didático, ecológico e turístico
- Relevância - Internacional, Nacional, Regional e local

A este conjunto de geossítios inventariados e caracterizados numa dada área ou região define-se como **património geológico**.

Para Brilha (2005), o **património geológico** integra todos os elementos notáveis que constituem a geodiversidade, englobando, por conseguinte, o património paleontológico, o património mineralógico, o património geomorfológico, o património petrológico, o património hidrogeológico entre outros.

Pode-se assim considerar geossítio como sendo a singularidade geológica de um determinado local, estando compreendido no património geológico, definindo-se este, como o conjunto dos vários Geossítios presentes numa área delimitada.

O património geológico, tal como foi anteriormente citado, compreende e está intrinsecamente ligado a geodiversidade; como foi definido a geodiversidade é mutável o que leva a exposição e alteração dos geossítios ou monumentos geológicos, mas além deste risco natural, existem outras ameaças, e daí surgir na década de 90 o termo geoconservação sempre ligada aos conceitos de geodiversidade e património geológico.

2.4.4 Geoconservação

Tal como os termos anteriormente mencionados, o termo geoconservação é relativamente recente, surgindo na mesma altura que geodiversidade e património geológico perto do final do século XX (Brilha, 2015). De qualquer modo as iniciativas desta prática remontam ao século XVII. Grube (*in* Brilha, 2015) relata como sendo o primeiro exemplo de proteção de elementos geológicos em 1668 e que consistiu na proteção da caverna de Baumannshohle, nas montanhas de Harz na Alemanha.

Nos séculos seguintes houve uma continuidade destes trabalhos de geoconservação de elementos geológicos; além da Alemanha, também países como a Bélgica, Dinamarca, Suíça, Escócia e Estados Unidos iniciaram trabalhos de proteção de certos locais, bem como de elementos geomorfológicos.

Em relação à conservação natural, Sharples (2002) defende que é dado maior ênfase aos temas da biodiversidade em detrimento da geodiversidade.

A geoconservação é compreendida como parte da conservação natural ligada aos elementos geológicos, às paisagens geológicas e aos solos. Muita da biodiversidade existente num local só

é possível devido a geodiversidade, ou seja, existe aqui uma dependência, então para que seja possível a conservação natural de um ambiente é necessária haver uma integração da bioconservação com a geoconservação.

Em 1995, Sharples define geoconservação como “(...) a conservação dos valores intrínsecos, ecológicos e de património da geodiversidade, onde geodiversidade compreende o alcance ou a diversidade geológica, geomorfologia e dos elementos que formam o solo (Sharples, 2002). O termo de geoconservação realça-se quando acrescentada a ideia de valor à geodiversidade, ou seja, quando se recorrer à proteção e conservação de algo é porque lhe é atribuindo algum valor independentemente do tipo de valor que seja.

Segundo Gray (2005) “A geodiversidade deve ser conservada por duas razões. Em primeiro, a geodiversidade é valiosa e distinta em diversas formas e em segundo devido a exposição a que está sujeita a atividade humana. Sendo, a geoconservação, uma medida que uma sociedade civilizada e sofisticada deve adotar de modo a que haja uma conservação dos elementos do planeta quando são ameaçados e contribuam para a sua valorização”.

O mesmo autor, estabelece um conjunto de valores que estão ligados à geodiversidade, sendo eles:

- Valor intrínseco
- Valor cultural
- Valor estético
- Valor económico
- Valor Funcional
- Valor Científico e Educativo

Defende ainda que os diferentes elementos da geodiversidade precisam de ser protegidos e geridos de diferentes maneiras. Dai resultar a Tabela 4 que resume a ideia de Gray (2005).

Devido às ameaças a que está exposto e ao seu valor é pertinente referir a necessidade de introduzir estratégias de conservação do património geológico. Pode-se assim introduzir a temática das metodologias de inventariação e avaliação do património geológico.

Este conjunto de medidas, têm como objetivo inventariar os locais de interesse geológico de modo a que seja realizada uma melhor avaliação do seu valor, servindo de suporte para o desenvolvimento e implantação de medidas de conservação e gestão dos geossítios.

Tabela 2.1 - Medidas de geoconservação para diferentes elementos (Gray, 2005)

Categoria	Ocorrência	Objetivo da medida de geoconservação
Rocha	Rara	Manter a integridade da formação geológica. Recolha de amostras para tratamento
	Comum	Manter a exposição e incentivar uma recolha e tratamento responsável
Mineral	Rara	Manter a integridade da formação geológica. Recolha de amostras para tratamento
	Comum	Manter a exposição e incentivar uma recolha e estudo responsável
Fóssil	Rara	Sempre que possível, preservar no local. Outra maneira será a recolha para tratamento
	Comum	Promover a recolha e o tratamento de forma responsável
Morfologia		Manter a integridade morfológica e restaurar/encorajar para a preservação dos contornos originais
Paisagem		Contribuir para a manutenção da topografia, formação geológica e processos que estão a ocorrer na paisagem e restaurar/encorajar para a preservação dos contornos originais
Processos		Manter e restaurar a integridade das operações que ocorrem
Solo		Manter a qualidade do solo, a quantidade e funcionalidade
Outros georrecursos		Encorajar o uso sustentável e o valor do uso num contexto histórico e moderno.

Segundo Brilha e Pereira (2014), a nível nacional houve um desenvolvimento da temática geoconservação, salientando deste desenvolvimento um inventário sistemático do património geológico, os conceitos de geossítio e de património geológico, contemplados desde 2008 na legislação e surgimento do Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas como gestor dos geossítios entre outros.

O desenvolvimento de uma estratégia de geoconservação inicia-se com um inventário do património geológico do território, isto é, o conjunto de geossítios que correspondem às ocorrências da geodiversidade com valor excecional (Brilha, 2006 *in* Brilha *et al*, 2010); segundo aquele autor, a inventariação deverá ter como base uma metodologia específica, se possível reconhecida internacionalmente. Lima (2008) defende que um inventário deve ter em conta as seguintes questões:

- Objeto a inventariar;
- Valor;
- Âmbito;
- Utilidade.

Na proposta de Brilha *et al*, (2010) foi determinado que o objetivo seria o de inventariar o património geológico de valor científico, de âmbito nacional, com vista a suportar o estabelecimento de uma estratégia de geoconservação.

Pode-se resumir, inicialmente, a geoconservação de uma maneira geral, como sendo uma parte integrante da conservação ou proteção ambiental, alcançando a natureza não viva do planeta, deixando a parte viva do planeta para a bioconservação.

A geoconservação será aplicada no que se entende por geodiversidade, a qual estão associados valores, consistindo na proteção e conservação do seu património geológico, pois este, além de estar sujeito aos processos naturais de degradação, a atividade humana em muito prejudica a sua conservação.

Não podendo ser uma ação isolada, é necessária uma abordagem estratégica de gestão apoiada em bases legais e com varias etapas. Daí a necessidade de aplicação de uma metodologia adequada, com todas as etapas subjacentes, para que surjam medidas de forma a mitigar os efeitos de degradação.

2.5 Geoturismo

2.5.1 Introdução

No seguimento de um debate sobre política regional e turismo, promovido pela Organização para a Economia e Desenvolvimento (OECD) foi discutida a ligação entre turismo e desenvolvimento regional, tendo-se considerando que o turismo é um dos maiores serviços a nível mundial, bem como uma indústria em crescimento. Assim, o desenvolvimento de políticas de turismo a nível nacional, regional e a nível local, sendo condutoras para um desenvolvimento económico e criação de emprego apresentam-se como metas ou objetivos quer a curto prazo quer a longo prazo de acordo com o seguinte (EGN, "Tourism", 2016):

- Usar o turismo como instrumento de desenvolvimento com estratégias designadas para a sustentabilidade da conservação de áreas herdadas;
- Criação de novas formas de marketing ligado a padrões de qualidade que vão ao encontro dos desejos do mercado global;
- Encorajamento para o desenvolvimento de regiões emergentes e menos desenvolvidas a nível de destinos turístico bem como revitalização de zonas onde se registou uma quebra a nível de turismo;
- Estabelecer cooperações entre regiões;
- Despertar a consciência dos impactos sociais associados ao crescimento do turismo.

2.5.2 Geoturismo

Nos últimos anos tem vindo a ser desenvolvido pelo mundo um segmento do turismo, designado de geoturismo. Para este novo segmento de turismo é necessária uma abordagem especializada, pois pressupõe-se de características específicas.

A base está assente na geodiversidade sendo à sua volta que se desenrolam as estratégias que irão proporcionar o surgimento de geoturismo. Tendo em conta esta ideia, nunca pode ser descorada a noção de geoconservação e tudo o que ela envolve conjuntamente com a legislação vigente em cada local.

Este tipo de turismo tem algumas vantagens relativamente a outros, não estando dependente das estações do ano tem a capacidade de ser visitado ao longo do ano inteiro, não depende da biodiversidade e pode complementar-se com outras ofertas turísticas implantadas na região.

Segundo EGN (2016) o geoturismo proporcionar vários benefícios:

- ✓ Economia local - As viagens de negócios fazem o seu melhor para utilizar mão-de-obra local, serviços, produtos e recursos;
- ✓ Promove a integridade do espaço - Pretende passar para segundo plano a parte financeira e dar mais ênfase às características do local;
- ✓ Divulgação tanto para visitantes como para residentes - Permite aos residentes descobrir a herança geológica e como o normal é familiar para eles, no entanto, pode despertar interesse em quem vem visitar;
- ✓ Significado de grande viagem - O visitante leva para casa um novo conhecimento, contando as suas histórias, o que leva à divulgação da sua viagem, despertando assim o interesse noutros indivíduos o que implica a continuidade do negócio no destino.

Segundo a National Geography (2016) o Geoturismo envolve:

- Responsabilidade ambiental: Compromisso de conservação dos recursos e manter a biodiversidade;
- Responsabilidade cultural: Compromisso para o respeito das sensibilidades locais e construção em locais herdados;
- Sinergia: Reunir todos os elementos de carácter geográfico para criar uma experiência de viagem mais rica do que a soma das partes e despertar nos visitantes uma diversidade de interesses mais ampla.

A mesma fonte (National Geography, 2016) defende ainda que o geoturismo não é um nicho de mercado. Havendo um aumento de turistas a nível global bem como com uma crescente globalização e homogéneos dos destinos, surge a necessidade de divulgar os princípios do geoturismo.

Pode-se considerar assim o geoturismo como um ramo do turismo com enfoque na geodiversidade. Podendo adaptar-se ao dito turismo geral e também pode induzir novas variantes próprias. O geoturismo não deve descurar o Turismo de Natureza, mas sim criar pontes em comum de modo a acrescentar mais valias aos conceitos de geodiversidade e desenvolvimento local.

2.5.3 Princípios Do Geoturismo

Segundo a National Geography (2016) é necessário a proteção dos diferentes sítios através de uma gestão inteligente do turismo e através de uma administração local esclarecida de acordo com o seguinte:

- 1) Integridade do local - Realçar as características geográficas do destino através do desenvolvimento e do melhoramento do local das mais variadas maneiras. Promover a diferenciação do mercado e do orgulho cultural de maneira a que seja reconhecida a herança natural e cultural;
- 2) Códigos internacionais - Adesão aos princípios compreendidos da “World Tourism Organization’s Global Code of Ethics for Tourism” e os princípios da “Cultural Tourism Charter” estabelecidos pela “International Council on Monuments and Sites” (ICOMOS);
- 3) Envolvimento da comunidade - Basear o turismo nos recursos da comunidade na medida do possível, incentivar o pequeno comércio e grupos cívicos para a construção de parcerias a fim de promover e proporcionar uma experiência destinta ao visitante e marcar os locais de forma eficaz. Ajudar as empresas a desenvolver abordagens ao turismo baseadas nas áreas naturais, nas histórias e na cultura, incluindo gastronomia, artesanato, artes e similares;
- 4) Benefício para a comunidade - Incentivar as pequenas e médias empresas e estratégias comerciais de turismo que estimulem a economia e os benefícios sociais de modo a que exista uma envolvimento da comunidade, especialmente, espera-se que contribua para a redução de pobreza, com as medidas necessárias para que seja possível manter os benefícios;
- 5) Satisfação do turista - Assegurar a satisfação do geoturista de modo a quando do regresso a casa leve uma nova e excitante experiência que possa transmitir a outros e assim contribuir a promoção do destino;
- 6) Conservação dos recursos - Encorajar o comércio para contribuir na redução de poluição de águas, desgaste do solo, consumo de energia, consumo de água, químicos na paisagem e o excesso de iluminação durante o período da noite. Promover essas medidas de modo a que exista um aumento atrativo para o mercado do turismo amigo da natureza;
- 7) Proteção e valorização do destino - Incentivar a sustentabilidade dos habitats naturais, geossítios e cultura local. Evitar a degradação dos mesmos, mantendo o volume turístico dentro dos limites máximos aceitáveis. Procurar modelos de negócios que possam operar de forma rentável dentro desses limites. Persuadir e incentivar o cumprimento desses, conforme seja necessário;
- 8) Planeamento - Reconhecer e respeitar a necessidade económica imediata, sem correr o risco de se perder, a longo prazo, a singularidade e o potencial geoturístico do local. Onde o turismo consiga atrair trabalhadores, desenvolver novas

comunidades que permitam ser mais um acessório para o destino. Esforço para a diversificar a economia e limitar a influência das populações para níveis sustentáveis. Adoção de estratégias públicas para aliviar práticas que são incompatíveis com o geoturismo e que possam prejudicar a imagem do destino;

- 9) Ocupação do solo - Prever pressões de desenvolvimento e aplicar técnicas para evitar o excesso de desenvolvimento e degradação. Conter a expansão de *resorts* e casas de férias, sobretudo em regiões costeiras e ilhas, de forma a manter os ambientes naturais e paisagísticos e assegurar o acesso dos residentes. Incentivar os principais atrativos autossuficientes, tais como parques temáticos de grande escala e centros de convenções perto de locais sem grande significado ecológico, paisagístico ou cultural;
- 10) Diversidade de marcados - Incentivar a criação de instalações de restauração e de alojamento adequadas, de modo abranger o espectro demográfico do mercado do geoturismo e assim maximizar o potencial dos mesmos a curto e a longo prazo;
- 11) Interpretação interativa - Envolver os visitantes e os residentes na aprendizagem sobre os locais. Incentivar os residentes a divulgar o património natural e a cultura local, de modo a que o turista tenha uma experiência mais rica e promover o orgulho dos nativos no património que os rodeia;
- 12) Seletividade do mercado - Promover o crescimento nos segmentos de mercado do turismo com maior potencial de modo a que sejam apreciados, respeitados e sejam difundidas informações sobre os principais aspetos distintivos da localidade;
- 13) Avaliação - Estabelecer um processo de avaliação a ser realizada por entidades independentes, que represente os interesses de todas as partes integrantes e que faça a divulgação dos resultados da avaliação.

3 SERRA DA ESTRELA

3.1 Introdução

A região do Parque Natural (PNSE) da Serra da Estrela está localizada na Zona Centro do país, abrangendo uma área de cerca de 89 164 ha, envolve 6 concelhos: Celorico da Beira, Covilhã, Guarda, Gouveia, Manteigas e Seia (Figura 3.1).

Sobre o ponto de vista geomorfológico, a região do PNSE apresenta uma forma global em planta elíptica, com o eixo maior segundo o alinhamento global NE-SW, sendo de salientar que é neste território que se situa o ponto com maior altitude (1993) de Portugal Continental e onde nascem os principais rios de percurso integral portugueses.

A nível geológico aquela região é caracterizada pela forte presença de Granitos e Xistos, provenientes do ciclo geológico global onde ficaram bem marcados os movimentos tectónicos aquando da sua formação, bem como, por fenómenos mais recentes, nomeadamente está marcada pela atividade glaciária a que foi sujeita. Na região existe também uma grande quantidade de falhas, sendo a maior, a Falha da Vilarica, constituindo-se num dos principais agentes geológicos responsável pelo surgimento de águas termais, como as de Manteigas e de Unhais-da-Serra. Estes fenómenos permitiram o surgimento de vários tipos de Património Natural, tais como lagoas e cursos de água, são salientar as nascentes dos rios Alva, Mondego e Zêzere, vales glaciares e moreias.

A nível de fauna e flora trata-se de uma zona onde habitam vários mamíferos e aves, sendo ainda habitat de répteis e anfíbios que só se desenvolvem nesta zona. Devido à sua altitude proporciona o desenvolvimento de flora específica tais como turfeiras, cervunais, arrelvado ou zimbrais de altitude.

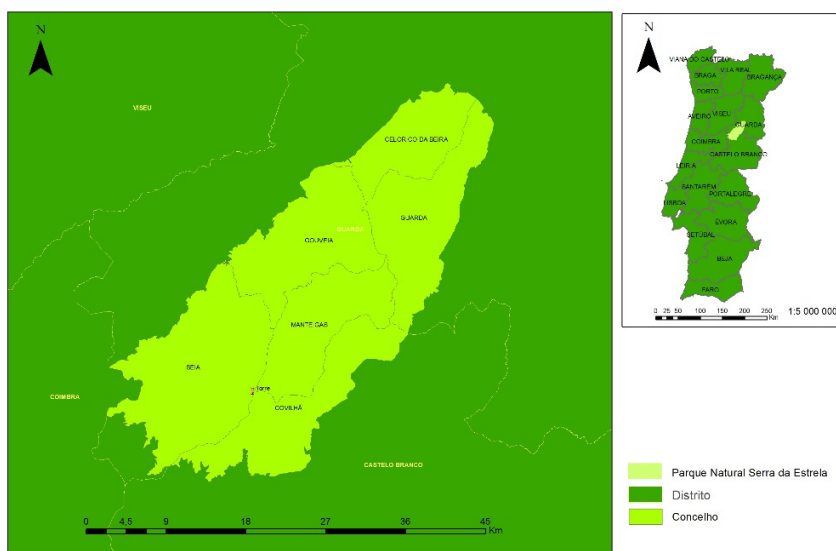


Figura 3.1 - Parque Natural Serra da Estrela

3.2 Parque Natural da Serra da Estrela

3.2.1 Classificação

O estatuto de Parque Natural da Serra da Estrela, foi conferido em 1976 pelo Decreto-Lei n.º 557/76 de 16 de julho (D.L.,1976) “o maciço da Serra da Estrela constitui uma região de característica económica de montanha, onde vive uma população rural que conserva hábitos e formas de cultura local que interessa acautelar e promover. Existem, porém, outros motivos de não menor importância a considerar, com vista ao seu aproveitamento integral através de uma planificação que vise a proteção dos valores da serra e a promoção social das populações. (...) O interesse desta região como zona privilegiada e tradicional de recreio e cultura é outro aspeto a ter em conta no ordenamento físico da região e do País. Constitui também a Serra da Estrela um extraordinário componente natural de grande valor paisagístico, com panorâmicas de rara beleza representando valores característicos da geografia natural, materializado, por exemplo, na Moreia, no vale de Manteigas. (...)”

As razões expostas, conferem à Serra da Estrela um alto valor que urge preservar. Considerando a sua elevada sensibilidade e a grande procura que as populações no gozo dos seus tempos livres estão a efetivar, é fundamental fazer um ordenamento da mesma e promover a sua racional utilização, não descurando os problemas de conservação da natureza, proteção da paisagem e sítios, além do bem-estar das populações locais.

O decreto Lei 142/08 (D.L.;2008) no Artigo 17.º sobre esta temática menciona: i) entende-se por parque natural uma área que contenha predominantemente ecossistemas naturais ou seminaturais, onde a preservação da biodiversidade a longo prazo possa depender de atividade humana, assegurando um fluxo sustentável de produtos naturais e de serviços. ii) a classificação de um parque natural visa a proteção dos valores naturais existentes, contribuindo para o desenvolvimento regional e nacional e a adoção de medidas compatíveis com os objetivos da sua classificação, designadamente: a) a promoção de práticas de manejo que assegurem a conservação dos elementos da biodiversidade; b) a criação de oportunidades para a promoção de atividades de recreio e lazer, que no seu carácter e magnitude estejam em consonância com a manutenção dos atributos e qualidades da área; c) a promoção de atividades que constituam vias alternativas de desenvolvimento local sustentável.

3.2.2 Caracterização genérica

A caracterização tem como base o relatório do plano de ordenamento e relatório ambiental pelo “ICNF - Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas” de 2008 (ICNF,2008). Assim como já se referiu o PNSE distribui-se por 6 concelhos que integram 79 freguesias, numa área de 89164 hectares e insere-se na Rede Nacional de Áreas Protegidas integrando a Rede Natura 2000.

A nível de Hidrologia, na região do PNSE ocorrem áreas de duas grandes bacias: do Rio Mondego e do Rio Tejo, sendo salientar que é o berço de 3 importantes rios Alva, Mondego e Zêzere. Devido à presença de falhas, a rede hidrográfica é marcada por um traçado rígido e orientado. Ainda de salientar a existência de lagoas de origem glacial. A caracterização socioeconómica tem por base a demografia, o alojamento e as atividades económicas. Assim, em 2001 residiam na área 48571 habitantes, com uma densidade populacional média de 53 hab/km² (ICNF - Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, 2008).

Relativamente ao alojamento houve um aumento do parque habitacional, destacando-se o aumento dos alojamentos para uso sazonal bem como da compra de segunda habitação.

Nas atividades económicas destaca-se o declínio da atividade agrícola, bem como de registar as perdas no sector secundário. Nota-se também um crescimento no sector dos serviços.

As principais linhas de estruturação do uso dos solos são (ICNF - Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, 2008):

- Área florestal;
- Área agrícola;
- Matos e incultos;
- Planos de água;
- Áreas urbanas e industriais;
- Evolução do uso do solo;
- Outros usos

O PNSE estando inserido em vários municípios está condicionado às diretrizes dos vários Planos Diretores Municipais, responsáveis para a política de uso, ocupação e transformação do solo.

A estrutura do ordenamento é dividida tendo em conta as caraterísticas gerais do zonamento, onde, incorporaram o zonamento e o regulamento do Plano de Ordenamento do PNSE (POPNSE). Assim a área do PNSE é considerada como Espaço Natural nos concelhos de Celorico, Gouveia e Seia, onde ainda são considerados os Espaços Agrícolas e Florestais sendo estes subtraídos e apresentados como classes de espaços distintos. Em Celorico da Beira estas classes são consideradas como subespaços. No caso da Covilhã é considerada a zona do PNSE como Espaço Natural, mas está incorporada no zonamento do Plano de Ordenamento em vigor.

Relativamente a Guarda e Manteigas, no que diz respeito às classes de espaços não urbanos, não há uma relação direta do uso do solo com o POPNSE, uma vez que estes espaços se encontram inseridos nas áreas de servidão da REN e RAN. A delimitação dos perímetros urbanos foi efetuada no decurso a realização dos PDM, pois o zonamento atual do Plano de Ordenamento do PNSE não abrange esta classe de espaços. A sua delimitação teve o acompanhamento e aprovação do PNSE. Existem ainda as condicionantes da REN apesar de no regime geral a REN não se aplicar no PNSE e a RAN que representa 5% da área do PNSE.

Nos itens seguintes, geomorfologia e geologia, será possível compreender melhor a caracterização bem como a origem da paisagem existente.

3.3 Geomorfologia

3.3.1 Aspetos Globais

Segundo Ribeiro (1954, *in* Vieira, 2004) a Serra da Estrela, está inserida na Cordilheira Central Ibérica sendo uma morfoestrutura do tipo “montanha de blocos”. Apresenta um desenvolvimento WSW-ENE, numa extensão compreendida de 500 km e com uma largura 40km. No caso de estudo, a Serra da Estrela, a mais alta de Portugal Continental, com 1993 no ponto mais alto (Torre), a nível de morfologia pode-se constatar que a nordeste a serra perde altitude até atingir a superfície da Meseta, localizada junto à cidade da Guarda; esta redução de altitude é feita através de degraus. A vertente sudoeste é marcada pelo maciço granítico que se encontra instalado sobre os metassedimentos. A sudeste é marcada por vertentes abruptas onde existe uma ligação, através de patamares, com a plataforma da Meseta; a noroeste a ligação é feita com a plataforma do Mondego (Ribeiro, 1954, Daveau, 1969, *in* Vieira, 2004).

Esta disposição topográfica tem origem nas deslocações tectónicas, as mesmas que permitiram a elevação da montanha dos planaltos circundantes e que originaram uma oscilação na direção de nordeste. Devido à presença de falhas, as escarpas presentes são designadas de escarpas de falha com uma evolução longa, estimando-se que a sua origem tem mais de vinte milhões de anos, sendo a base da origem da atual Serra da Estrela. As falhas do interior da montanha são responsáveis pelo efeito de cisalhamento; este fenómeno origina cortes fluviais mais profundos, pois vai originar o esmagamento tectónico das rochas o que facilita o encaixe dos rios. A um nível mais superior, devido ao efeito da elevação da montanha a partir dos planaltos circundantes, houve a formação de rios e através da sua atividade provocaram grandes desníveis. Os principais rios com origem na Serra da Estrela são, como já se referiu, o Mondego, Zêzere e o Alva, que deixam a zona de PNSE às cotas de 400m, 500m e 350m respetivamente. Mas além destes três grandes rios existem outros cursos de água, que em conjunto formam a rede hidrográfica da serra (Figura 3.2); destaca-se o caso da Ribeira da Alforfa que não é mais que o desenvolvimento para SW do grande alinhamento, Falha da Vilariça-Unhais Serra, onde o desenvolvimento mais bem vincado está ao longo do extenso Vale de Manteigas, onde se desenvolve um grande troço semi-retilíneo do Rio Zêzere; a rede hidrográfica no seu todo, é assim responsável pela erosão fluvial, sendo um dos fatores mais marcantes na geomorfologia da serra. Pode-se concluir que existe uma relação entre tectónica e a erosão fluvial sendo responsáveis pela modelação do relevo da Serra da Estrela.

Um outro fator com impacto direto na geomorfologia é a morfologia do maciço antigo português, pois resulta do comportamento que os granitos e os xistos apresentam em relação à erosão. As zonas de granitos são marcadas por boa conservação das zonas planas e os cursos de água têm um traçado retilíneo, geométrico. Por contraste regiões onde predomina o xisto as superfícies planas e as escarpas tendem a degradar-se com rapidez sob a ação de uma rede de drenagem densa que ao encaixar-se transforma as superfícies planas num mar de cabeços arredondados.

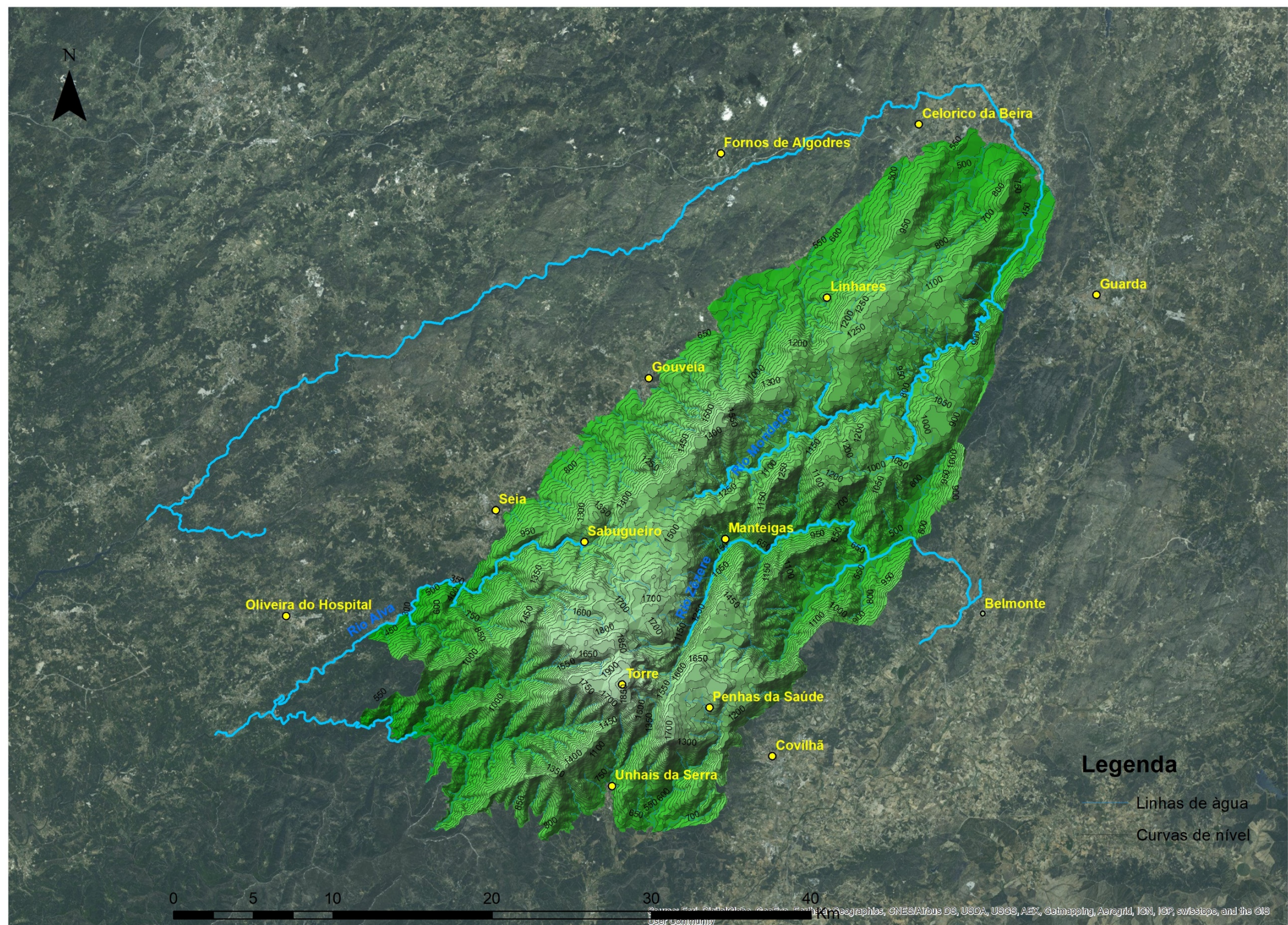


Figura 3.2 - Modelo Topográfico da Área do Parque Natural Serra da Estrela

3.3.2 Glaciação

A última glaciação que ocorreu há cerca de 20 mil anos em Portugal deixou marcas geomorfológicas bem perceptíveis na paisagem da Serra da Estrela, moldando e caracterizando, fazendo com que surgissem peculiaridades apenas presentes nesta montanha, desde os vales em “U”, à ocorrência de lagoas singulares.

Foi no período máximo de glaciação que se formou um calote no cimo da montanha e era a partir deste ponto que o glaciar se expandia em diferentes direções, expandindo-se ao longo dos vales mais profundos, originando zonas singulares de glaciação (Figura 3.3).

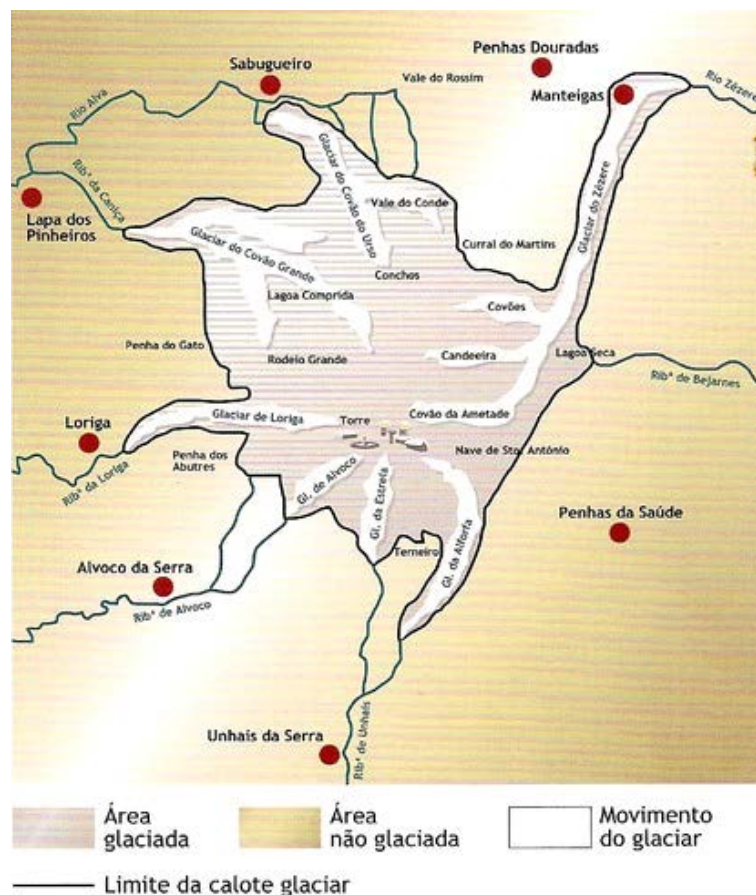


Figura 3.3 - Área de glaciação, Serra da Estrela (Ferreira & Vieira, 1999)

Os principais glaciares da Serra da Estrela foram (Vieira, 2004):

- o Glaciar de Alforça - no seu máximo de extensão 5800 metros, com uma espessura de 239 metros e com altitudes máxima e mínima de 2090 metros e 880 metros, respetivamente; marca evidenciada pela moreia junto à base da vertente oriental;

- Glaciar de Alvoco - terá atingido uma altitude máxima cerca de 2090 metros e mínima de 1400 metros, num desenvolvimento de 2500 metros e uma espessura máxima de 96 metros; estes valores são obtidos após análise de uma moreia latero-frontal residual;
- Glaciar do Covão Grande - com um comprimento de 6200 metros e espessura de 191 metros, este glaciar atingiu uma altitude mínima de 980 metros e máxima de 1970 metros, tendo como prova do fenómeno as moreias latero-frontais. Nesta zona o glaciar passava por dois vales, o Vale da Caniça e o Vale da Nave Travessa. O Glaciar proveniente do Vale da Nave Travessa descarregava no Glaciar do Vale da Caniça junto ao Covão do Forno, criando uma rutura brusca de declive; está-se assim parente um vale suspenso;
- Glaciar do Covão do Urso - a altitude mínima atingida por este glaciar foi cerca de 1040 metros tendo sido a máxima de 1970 metros e uma espessura de 217 metros, desenvolvendo-se num comprimento de 7200 metros; uma moreia latero-frontal delimita-o. A montante o Vale do Conde e a Nave Descida, descarregavam para este glaciar. O Glaciar do Vale desenvolvia-se do Sabugueiro até a Portela dos Azimbres, e seria uma margem glaciária, com depósito de moreias marginais na vertente norte. A sul encontra-se o Glaciar da Nave Descida sendo um depósito de moreias laterais que se elevam até uma altitude de 1640 metros;
- Glaciar da Estrela - Com uma espessura de 93 metros e uma altitude máxima de 2090 metros. O glaciar da Estrela atingiu o seu mínimo na altitude de 1290 metros num desenvolvimento de 2500 metros; o vestígio deste ponto está patente nas duas moreias laterais nas duas vertentes do vale;
- Glaciar de Loriga - Com o comprimento de 6700 metros e uma espessura de 180 metros, com máxima de altitude a 2090 metros o glaciar desceu até à altitude de 800 metros, esta altitude é baseada na observação de duas moreias laterais que se encontram nas vertentes do vale. A forma em U presente no fundo do vale é o melhor exemplo da forma como se deslocava o fluxo ao longo do vale proveniente do Planalto da Torre apesar de existir uma pequena secção em que tem forma de V;
- Glaciar do Zêzere - Este é o maior glaciar de vale da Serra da Estrela com uma extensão de 11300 metros, atingido uma altitude mínima com cerca de 750 metros, sendo a máxima altitude a de 2090 metros e uma espessura de 344 metros. Este glaciar situa-se na bacia do Rio Zêzere sendo alimentado pelos

glaciares da Candeeira e Covões. O melhor vestígio da configuração do glaciar é o Vale em U; além desta forma glaciar deixou outros vestígios tais como moreias e terralos de obturação lateral. O Vale da Candeeira com uma extensão de 4300 metros era um dos seus afluentes formando também um vale suspenso pois gerava uma depressão aquando da confluência com o Vale Glaciar do Zêzere; nesta zona não existem muitos vestígios de moreias; a vertente sul do Piornal e as linhas de corte glaciares do Cântaro Magro são os melhores vestígios do máximo glaciário deste glaciar. O outro afluente era o Glaciar dos Covões como uma extensão de 3000 metros. Alguns vestígios de moreias dos quais alguns blocos erráticos são possíveis observar a montante do vale a jusante não existem muitos vestígios.

As formas de erosão glaciar e as formas de acumulação glaciar são as principais evidências da existência do glaciar. Assim, fazem parte das formas de erosão glaciar os circos glaciários, vales glaciários, vales suspensos, as lagoas, rochas aborregadas e ferrolhos e ainda, de uma, forma mais pequena estrias e caneluras. As formas de acumulação glaciar que melhor se observam são as moreias e os blocos erráticos.

Pode-se assim constatar a influência que os glaciares tiveram na geomorfologia da Serra da Estrela, a forma como a caracterizam e servindo como prova da própria existência da glaciação. Estas formações tiveram impacto direto quer nos declives, orientações das vertentes ao sol e ao vento, quer nos depósitos sedimentares bem como de forma indireta na fauna e flora característica.

De uma forma sucinta pode-se caracterizar a morfologia glaciar da Serra da Estrela em (Ferreira e Vieira, 1999):

- Formas de acumulação e os depósitos glaciários: Moreias, tills, blocos erráticos, terraços de obturação glaciar e terraços proglaciários.
- Formas de erosão glaciária: planalto glaciário, circos e vales glaciários.
- Depósitos periglaciários: são zonas que se encontram na periferia do glaciar com ritmo diário de congelação-degelo e serão as responsáveis pela morfologia do solo.

Sob o ponto de vista geomorfológico e que marca a paisagem de hoje destacam-se as lagoas. Sendo um assunto a que se dedica esta dissertação com algum detalhe, mais à frente, apenas se salienta nesta fase que as mesmas correspondem a pequenos lagos que chegam a atingir 757803,4 m² de área.

3.4 Geologia

Segundo Ferreira e Vieira (1999) a história geológica da Serra da Estrela teve início em meio marinho, há cerca de 650 milhões de anos, onde, resultante da erosão dos continentes foram-

se depositando sedimentos terrígenos, que se alternavam entre argilosos muito finos e sedimentos de composição arenosa fina e argilosa que originou, as rochas xistentas e os grauvaques.

Posteriormente, cerca de 380 milhões de anos ocorrem movimentos compressivos que vão provocar dobras hercínicas em todos os metassedimentos ao mesmo tempo. A uma grande profundidade, vai surgindo uma grande massa de granitos, que se vão instalando ao longo do tempo, durante cerca de 320 e 290 milhões de anos. No final deste período, ocorrem fracturações das rochas.

Devido ao alívio da carga na superfície, através do mecanismo designado de *uplift*, os granitos vão ascendendo até à superfície originando uma superfície aplanada que se estende por toda a Península Ibérica.

Há cerca de 10 milhões de anos, surgem novas forças de compressão provocando o rejogo de antigas falhas que levou à elevação da serra por movimentos de sistemas de falhas paralelas originando blocos diferencialmente desnivelados.

Na Figura 3.4 estão representadas as unidades geológicas ocorrentes na Serra da Estrela, de acordo com o seguinte (Ferreira & Vieira, 1999):

- **Depósitos de cobertura** - depósitos sedimentares bastante localizados e de reduzida expressão. Compreende aluviões, depósitos glaciários e fluvioglaciários e depósitos arcósico-argilosos. São de idade relativamente recente, desde atuais a cerca de 20 milhões de anos
- **Complexos xistogruvácicos** - Formação de rochas que compreende uma série monótona de alternâncias de xistos e grauvaques que correspondem a sedimentos depositados em meio marinho na região do talude continental, sendo normalmente designados por turbiditos. Constituídas por sedimentos depositados durante o Pré-cambriço, no período Vendiano médio a superior, a que correspondem as **formações de Malpica do Tejo e Rosmaninhal**. Compreende ainda o **complexo Gnaiss-Migmatítico** tratando-se de uma zona de transição de rochas de rochas xistenta e outras com especto de gnaiss e granitos.
- **Granitóides Hercínicos** - São de origem magmática plutónicas. As relações entre as várias fácies graníticas, observadas ao longo dos seus contactos, permitem inferir a sua história geológica. Estas rochas são normalmente caracterizadas pelo seu aspeto macroscópico, nomeadamente a composição mineralógica, textura e aspetos particulares da rocha. Da unidade mais antiga para a mais recente, ocorrem as seguintes unidades geológicas (Ferreira e Vieira, 1999):
 - Granito de Celorico da Beira - Granito de duas micas, porfiroide de grão médio.
 - Granito da Estrela - Granito moscovítico de grão médio;

- Granito de Curral do Vento - Granito de duas micas, grão médio e tendência porfiróide com os megacristais muito espaçados, predominantemente apresenta-se moscovítico e com cavidades miarolíticas;
 - Granito de Pedrice - Granito de duas micas, grão médio e tendência porfiroide na sua matriz contém pontualmente sulfuretos e óxidos de ferro;
 - Granito da Covilhã - Granito de duas micas, porfiróide, de grão médio sendo os seus megacristais de microclina;
 - Granito de Seia - Essencialmente biotítico, com alguma moscovite, porfiróide e de grão grosseiro, a sua matriz é composta por grandes cristais brancos bem evidenciados, sendo cristais do grupo dos feldspatos potássicos, correspondentes a microclina que contém por vezes biotite;
 - Granito do Covão do Curral - Granito biotítico, grão fino e tendência porfiróide com presença na matriz de pequenos cristais de quartzo globular, rodeados de biotite;
 - Granito de Manteigas - Granito biotítico, grão médio de textura compacta;
 - Granito de Mizarela - Granito biotítico, porfiroide de grão médio sendo os cristais de feldspato potássico de ortoclase;
 - Granito de Mesquitela - Granito de duas micas, de grão médio.
- **Massas e filões** - As rochas filoneanas presentes na região correspondem essencialmente a rochas aplíticas, pegmatíticas e aplitopegmatíticas, doleritos e filões de quartzo.

É ainda observável fenómenos de metamorfismos, transformação das rochas em outras, devido a variações de pressão e temperatura.

Os metamorfismos nesta área são de 2 tipos (Ferreira e Vieira, 1999):

- Metamorfismo de contacto - as rochas sedimentares são submetidas aquecimento, devido à instalação dos granitos o que leva ao endurecimento e perda de estrutura.
- Metamorfismo regional - as rochas sendo sujeitas a aumento de pressão e temperatura, devido a grande profundidade a que estiveram submetidas, originam a formação de novos minerais que caracterizam as fácies de metamorfismo.

3.5 Clima

Tendo como base os estudos de Daveau (1985) e Ribeiro (1998), pode-se dividir a Serra da Estrela em dois tipos de clima. A noroeste está sujeita ao tipo atlântico e a sul é marcado pelo do tipo mediterrâneo.

Devido à geomorfologia, orientação perpendicular da cordilheira face ao fluxo das massas de ar atlânticas ocorre uma redução do número de horas solares (Daveau, 1985). A oeste da Serra da Estrela, devido ao surgimento das massas provenientes do Atlântico, surgem nuvens o que proporciona precipitação e nos meses mais frios do ano transforma-se em neve. A média de precipitação ronda os 2500 mm nas zonas mais altas e os 1000 mm em menores.

Do outro lado da Serra da Estrela, lado leste, este fluxo de massas atlânticas aumentam o seu volume, o que gera temperaturas máximas mais elevadas quando comparadas com a mesma altitude a oeste. Pode-se verificar um clima mais continental nos vales mais profundos e isolados.

Dados retirados do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, entre aos anos de 1971 e 2000, para região das Beiras e Serra da Estrela, demostram que os meses com temperaturas mais baixas são os de dezembro, janeiro e fevereiro com médias de 5,2°C, 4,6°C e 5,2°C respetivamente. Os meses julho e agosto, são os mais quentes com médias de temperatura de 19,8°C e 20,1°C (Gráfico 1, Figura 3.5). Referente às temperaturas é ainda constatado que a média de temperaturas anuais é de 11,1°C, que em 1972 foi obtido o valor mínimo com uma temperatura de 10,4°C e que em 1994 ocorreu a máxima de 11,6°C (Gráfico 3, Figura 3.5).

Do Gráfico 2 (Figura 3.5), pode-se concluir que os meses com maior precipitação são os de dezembro e janeiro onde a precipitação média acumulada é de 153,1 mm e 148,3 mm, os meses de julho e agosto, correspondem aos meses mais quentes, sendo a sua precipitação média acumulada de 16,2 mm e 18,7 mm. No período entre 1971 a 2000 a precipitação média anual é de 1058,00 mm tendo sido máxima em 1994 com 1294,7 mm e mínima de 850,6 mm em 1980 mm (Gráfico 4, Figura 3.5).

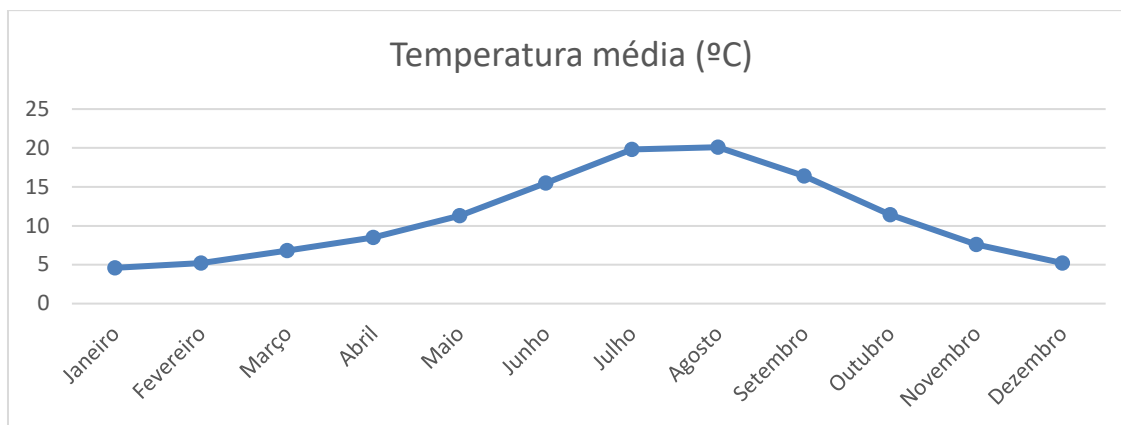


Gráfico 1 - Temperaturas médias entre 1971 e 2000

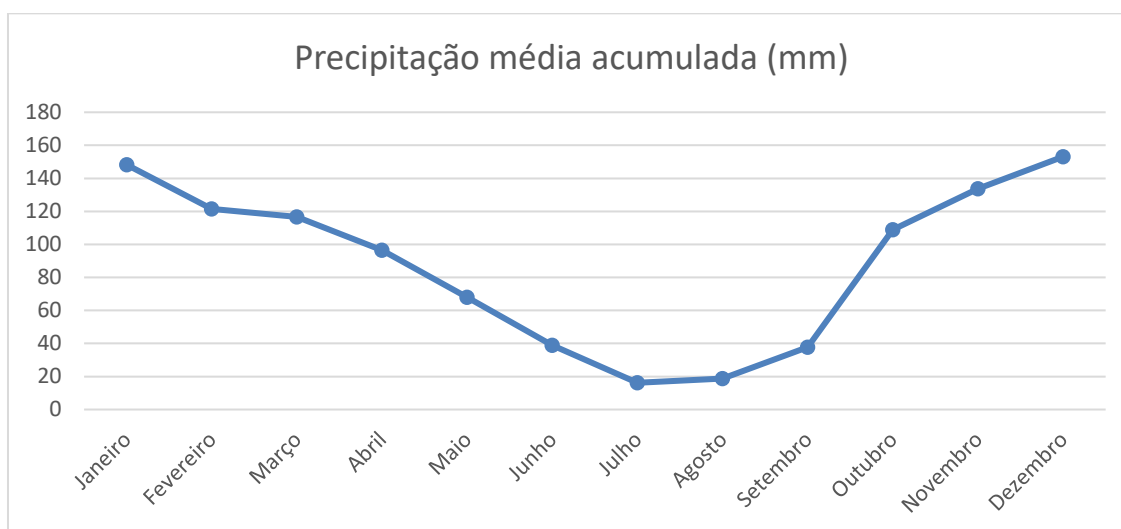


Gráfico 2 - Precipitação média acumulada entre 1971 e 2000

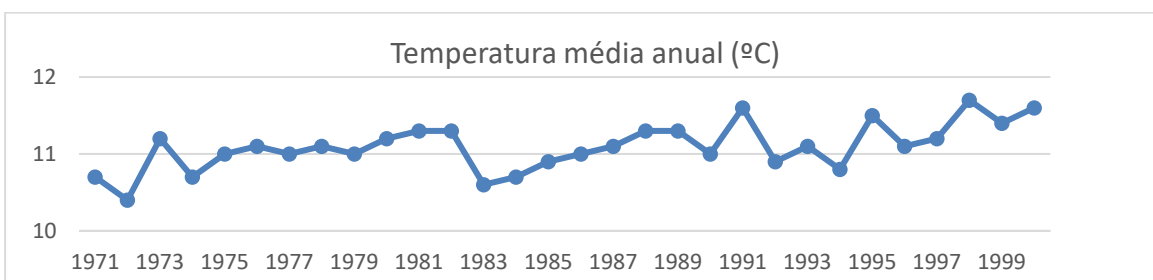


Gráfico 3 - Temperatura média anual entre 1971 e 2000

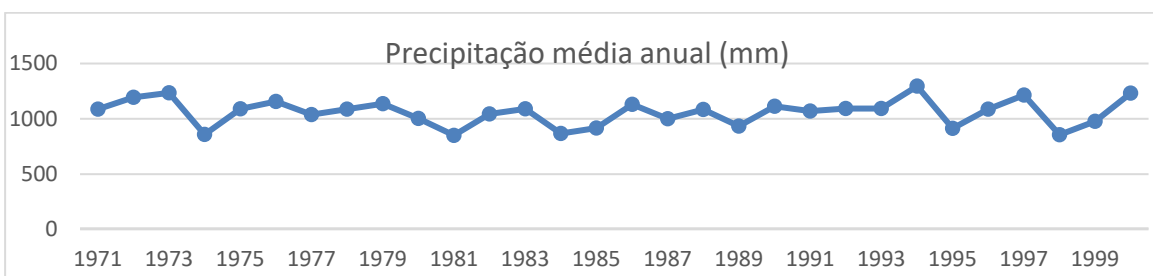


Gráfico 4 - Precipitação média anual entre 1971 e 2000

Figura 3.5 - Elementos climatológicos para a região da Serra da Estrela (a partir de IPMA 2017).

3.6 Fauna e Flora

Como referido, a Serra da Estrela sendo o ponto mais alto de Portugal Continental, devido às suas características, é o local ideal para o desenvolvimento de espécies de fauna e flora únicas e particulares do próprio local.

Segundo o PNSE (2002) a nível de flora devido à sua altitude desenvolvem-se nestes habitats espécies tais como: turfeiras, cervunais, arrelvado ou zimbrais de altitude (Figura 3.6). Existem ainda outras espécies como o briógito *Vruchia vogesiaca*, *Centaurea rothmalerna* e *Narcissus asuteriensis*.

O grande conjunto de lagoas e linhas de água bem conservadas, permitem ser ainda um importante habitat para vários tipos de fauna tais como a Lontra, Lagarto-de-água ou a Salamandra-lusitânica. Estão ainda presentes alguns invertebrados tais como *Geomalacus maculosus* e *Oxygastra curtisii*. Um dos exemplares mais importantes é a Lagartixa-da-Montanha, (PNSE, 2002) sendo uma espécie em vias de extinção pode ser apenas observada no Planalto Central.

Pode-se concluir que a Serra da Estrela alberga uma enorme variedade de espécies quer a nível de flora quer a nível de fauna. Este ecossistema só é possível devido às características peculiares que a serra oferece. Sendo um ecossistema delicado está sujeito a vários tipos de ameaças realçando a necessidade da inventariação dos vários locais bem como a avaliação da sua vulnerabilidade de modo a mitigar as ameaças que fustigam o ecossistema.

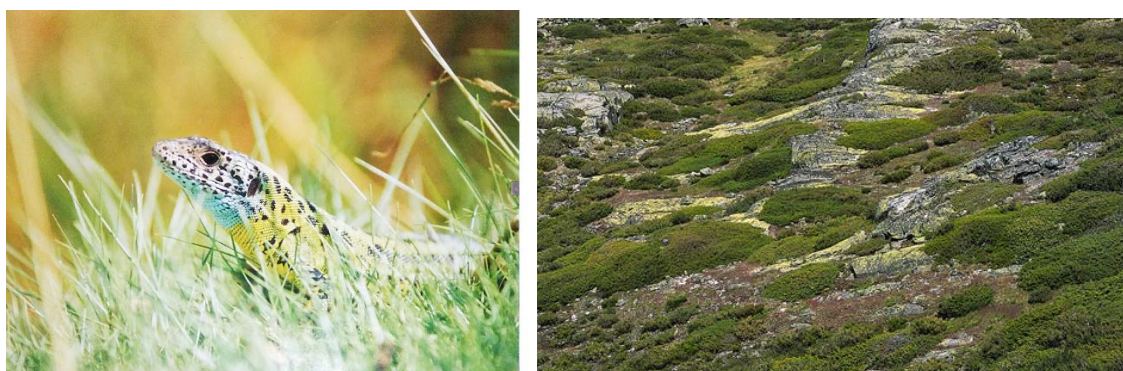


Figura 3.6 - Elementos de flora e fauna da Serra da Estrela: Zimbrais de altitude - à esquerda; e Lagartixa-da-Montanha - à direita (João Prata, 2007)

4 CASO DE ESTUDO: HIDROGEOSSÍTIOS E LAGOAS

4.1 Introdução

Como referido anteriormente, o património geológico abrange elementos que compõem a geodiversidade, como afloramentos de rochas, ocorrência de fósseis, minerais e estruturas geológicas e também as paisagens que apresentem um significado didático, científico, cultural e turístico. O património geológico é representado por geossítios que devem ser preservados, sendo a base de um geoparque. Neste momento coloca-se a questão: e as águas subterrâneas terão importância e particularidades que as levem a ser consideradas por património geológico, ou mesmo o local onde elas ocorrem por geossítios, ou melhor, por hidrogeossítios?

As águas subterrâneas são um recurso hídrico especial para o ser humano, pois em muitos casos são a base do abastecimento público em grande escala. No entanto, há alguns tipos de águas subterrâneas, que pelas suas características físico-químicas, ou até pela idade, de entre outras propriedades, são consideradas um recurso raro e em particular um recurso geológico. É o caso das Águas Minerais e Águas de Nascente, referidas no D.L. 54 (2015), que devido a tais características são em muitos casos a base da indústria das águas engarrafadas, do Termalismo e ainda, quando quentes, são usadas como um recurso energético renovável em climatização de edifícios, aquecimento de águas sanitárias, de entre outros tipos de aplicações, ou até na produção de eletricidade quando as mesmas são muito quentes.

A região do Aspiring Geoparque Estrela tem quase todas as situações anteriormente mencionadas, com a exceção da produção de eletricidade, apesar de haver potencial nesse sentido. Para o efeito, a água subterrânea deveria ser captada a grande profundidade, em locais associados à grande falha geológica “Vilarica-Serra da Estrela”, que passa por Manteigas, com desenvolvimento em profundidade ao longo de todo o vale glaciar e desenvolvimento para sul até Unhais-da-Serra.

As ressurgências subterrâneas de água quente, naqueles locais, são prova de em profundidade existirem sistemas aquíferos muito quentes. Veja-se por exemplo a Figura 4.1, de Marcos (2016), que ao estudar o potencial energético a partir das águas subterrâneas do distrito da Guarda apresenta para o caso das águas das Termas de Manteigas, de Santo António (Celorico da Beira-Gare) e ainda do Santo Amaro (Linhares), todas no território em estudo, temperaturas de águas em profundidade superiores a 60°C. No caso de Manteigas atualmente já é explorada com 48°C. Também Ferreira Gomes *et al* (2015) ao apresentar casos de estudo sobre a temática do potencial geotérmico em situações concretas em Portugal, refere-se a Unhais da Serra (água mineral das Termas), localizado também no território em estudo, com a possibilidade de a

temperatura de reservatório ser da ordem de 106,5°C; a água destas Termas já atualmente é captada a 38°C.

Outra singularidade digna de registo é o facto de algumas águas subterrâneas serem muito antigas. Segundo Morais (2012), ao estudar algumas águas sulfúreas da região das Beiras, aponta para a idade da água das Termas de Unhais da Serra entre 7800 e 9200 anos.

Outra singularidade a destacar de algumas águas, como é o caso da água das Termas de Unhais da Serra é o facto de apresentarem artesianismo repuxante. Veja-se por exemplo a Figura 4.2, que mostra uma fotografia de um grupo de alunos em visita de estudo, sob o arco de um repuxo artesianiano de um furo inclinado, que é uma singularidade que, em termos geoturísticos, se entende ser de grande utilidade.

Por fim, em termos de singularidades e importância de alguns pontos de água, salienta-se que pelo facto de serem hidrogeorrecurso importantes, com características especiais, alguns deles já permitiram a sua classificação como Água Mineral ou Água de Nascente, levando a realizar à sua volta unidades termais, e/ou balneários especiais associados a hotéis, ou ainda fábricas de engarrafamento. Os casos dessas águas subterrâneas em tais situações são a prova que de facto são especiais. Por outro lado, o facto de já estarem licenciadas naquele objeto, levaram a que em consequência se aprovasse um Plano de Exploração para as mesmas e ainda se estabelecesse um Perímetro de Proteção. Ora, estes aspetos técnicos são dignos de serem enfatizados pois vão ao encontro do princípio da Geoconservação dos geossítios. As atividades ao redor dos mesmos são com certeza compatíveis com o desenvolvimento de um geoparque, pois estes pontos de águas e suas atividades, podem gerar à sua volta visitas integradas no âmbito do turismo científico, havendo potencial na área global do Aspiring Geoparque Estrela, condições de se criarem percursos especiais específicos ou rotas turísticas direcionadas para os hidrogeossítios ou harmonizadas com outros elementos do potencial geoparque.

4.2 Aspetos Globais da Hidrogeologia da Serra da Estrela

As primeiras referências de cariz técnico e/ou científico à hidrologia e hidrogeologia da Serra da Estrela remontam a 1726, data da publicação da obra “Aquilégio Medicinal”, onde é apresentado um inventário de pontos de água, entre os quais águas subterrâneas termominerais, águas subterrâneas normais e alguns pontos de água superficiais da região (Fonseca Henriques, 1726).

Alguns contributos sobre hidroquímica e hidrogeologia das águas termais de Portugal, incluindo algumas da região da Serra da Estrela foram apresentados por Lepierre (1931), Torres (1931) e Luzes *et al.* (1935). Acciaiuoli (1952,1953) publicou diversos trabalhos com aspetos hidrogeológicos e hidrogequímicos de sistemas hidrominerais da Serra da Estrela merece uma

referência especial o trabalho de Almeida e Almeida (1975) designado por “Inventário Hidrológico de Portugal, Beira Alta” do Instituto de Hidrologia de Lisboa, onde apresenta, entre outros aspectos, as análises físico-químicas dos principais pontos de água subterrânea da Serra da Estrela e que são fundamentais no presente trabalho.

A cartografia das nascentes minerais à escala 1/1 000 000, foi publicada por Almeida e Moura (1972), e posteriormente por Calado (1992), no Atlas do Ambiente, onde estão registados os principais pontos de águas de interesse a hidrogeossítios da região em estudo.

Veiga (1999), Calado (2001), Mendes (2006), Espinha Marques (2007), Quintela (2009), Morais (2012), Carvalho (2016) e Santos (2016), são autores de trabalhos científicos de índole académica onde apresentam imensos contributos na área hidrogeológica e qualidade da água subterrânea da região da Serra da Estrela. Daqueles estudos resultaram imensos trabalhos publicados em revistas e congressos da área, merecendo referência Mendes *et al.* (2007, 2008), Ferreira Gomes *et al.* (2008), Espinha Marques *et al.* (2009), Ferreira Gomes *et al.* (2010), Espinha Marques (2010) e Espinha Marques *et al.* (2010).

Merecem ainda referência os catálogos de águas minerais (DGGM, 1992) e de recursos geotérmicos (IGM, 1999), com elementos de muito interesse ao presente trabalho pois apresentam elementos geológicos, hidrogeológicos e resultados de análises físico-químicas de pontos de água da região da Serra da Estrela.

É de enfatizar ainda a existência de trabalhos de índole técnica e científica, não publicados, mas inéditos, que serviram de base ao licenciamento das águas minerais e de nascente da região, assim como outros trabalhos associados aos mesmos processos; são exemplo Peixinho de Cristo (1991) no âmbito da Água Glaciar, Ferreira Gomes (1993, 1994, 1995, 1997, 2008, 2009) no âmbito das Termas de Unhais da Serra e ainda Ferreira Gomes (2014) no âmbito das novas termas de Fornos de Algodres (Termas de São Miguel).

De todos os trabalhos mencionados, realça-se o trabalho de Mendes (2006), que ao estudar a zona da vertente nascente da Serra da Estrela, acima da zona urbana da Covilhã, analisa com detalhe a evolução do que se passa durante um ano hidrológico em 64 captações de água subterrânea, organizadas por 7 sectores: Souto Novo, Pião, Nave de Haver, Rosa Negra, Alto do Monteiro, Vila do Carvalho e Teixoso. As captações são constituídas por 34 minas, 18 drenos, 10 nascentes e 2 furos semi-horizontais, as quais se encontram, na maioria, numa área de Reserva Ecológica Nacional (REN) e/ou Parque Natural da Serra da Estrela (PNSE).

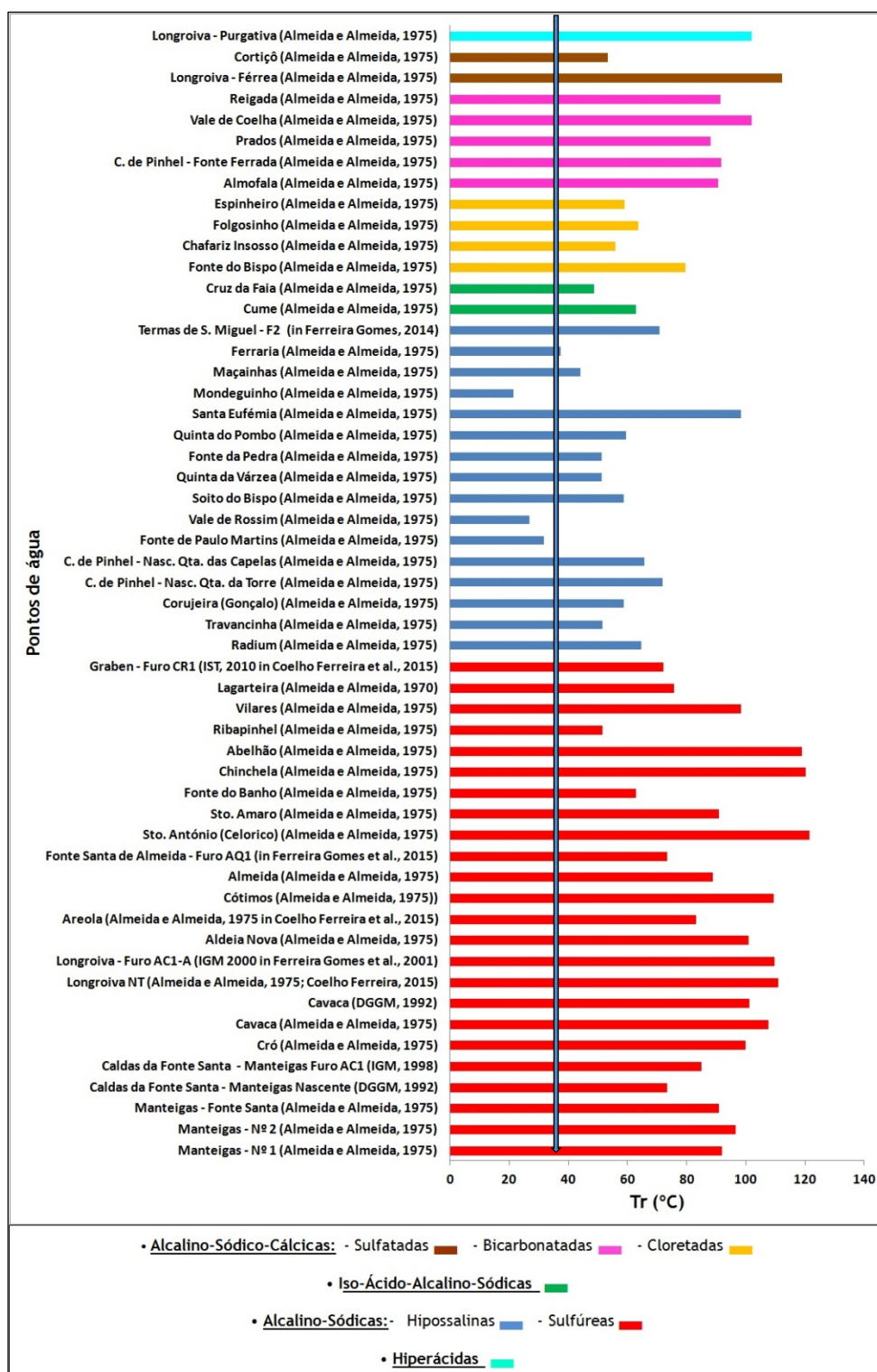


Figura 4.1- Temperaturas potenciais de água subterrânea em grande profundidade para as águas especiais do distrito da Guarda (Marcos, 2016).



Figura 4. 2 – Fotografia sob o repuxo de água quente do Furo AC2 das Termas de Unhais da Serra, aquando da visita, na fase de construção do Furo AC-G1 (Ferreira Gomes, 2009)

A noção de modelo hidrogeológico que Mendes (2006) avançou apresenta-se na Figura 4.3, sendo de salientar que se entende que este representa o que é típico na região da Serra da Estrela, em que a maioria da água de precipitação se infiltra no maciço rochoso para ressurgir em nascentes ou captações superficiais a distâncias relativamente curtas. Só uma pequena componente é que se admite evoluir em profundidade e limitar os sistemas aquíferos de águas um pouco mais mineralizadas. A Figura 4.4 apresenta a evolução da precipitação ao longo do ano e os caudais de água subterrânea registados em consequência nas captações, verificando-se que estes caudais aumentam só 1 mês depois após o pico da precipitação. Além de se terem monitorizado os caudais, efetuaram-se registos mensais de parâmetros expeditos de qualidade da água em todas as captações e, em algumas seleccionadas foram efetuadas recolhas para análises físico-químicas detalhadas. Os resultados foram sintetizados em Mendes *et al* (2008) e Ferreira Gomes *et al* (2008), sendo de salientar o seguinte:

- i) a temperatura de emergência varia entre 7.5 e 18 °C, pertencendo estas à classe das águas hipotermiais, com os valores menores e maiores no Inverno e Verão, respetivamente. A temperatura da água é naturalmente sensível a variações sazonais, o que indicam que são águas de infiltração recente;
- ii) a condutividade eléctrica varia entre 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 42 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com os valores sempre muito baixos e típicos de águas muito pouco mineralizadas;
- iii) o pH, oscila entre 4.97 e 7.60, sendo de salientar que não se verificam tendências significativas, considerando-se as ligeiras variações consequentes dos erros ou oscilações próprias do sistema de registo. O ligeiro carácter ácido que estas águas apresentam, refletem um potencial, embora reduzida, interação da água com o meio de circulação, maciço granítico rico em sílica;

No respeitante à mineralização total, as águas são hipossalinas, sendo o resíduo seco a 180°C igual ou inferior a 25 mg/L e a mineralização total igual ou inferior a 36 mg/L. As águas apresentam reação levemente ácida, são doces e brandas possuindo uma dureza (CaCO_3) inferior a 10 ppm.

Em termos iónicos são bicarbonatadas sódicas podendo ainda se designar por silicatadas, dada a percentagem de SiO_2 em relação à mineralização total ter muito significado.

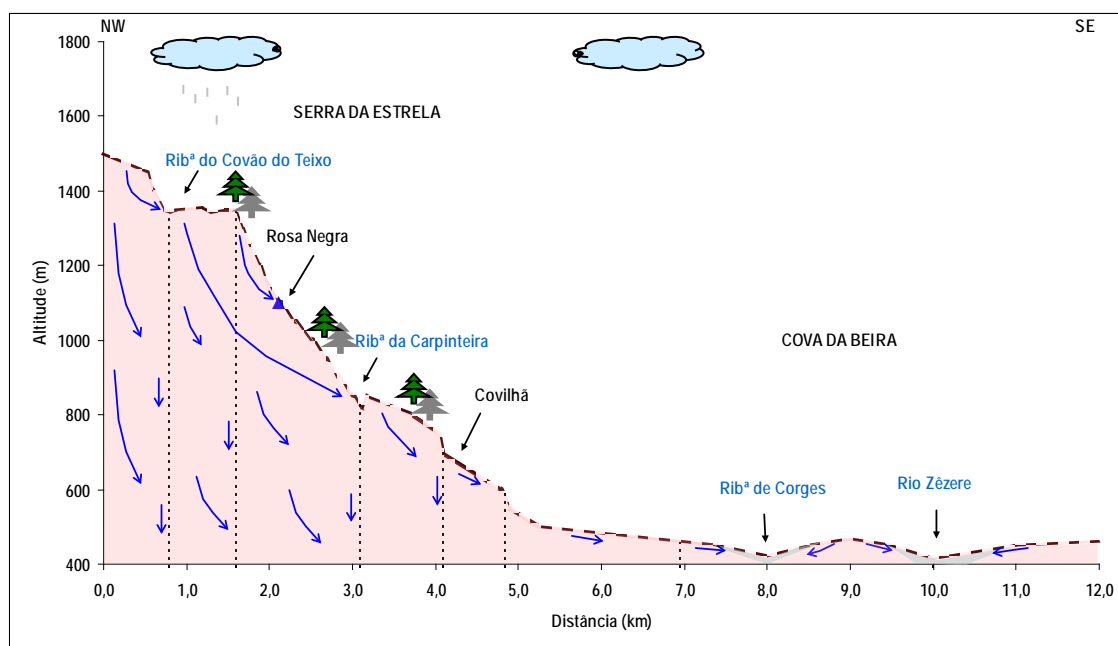
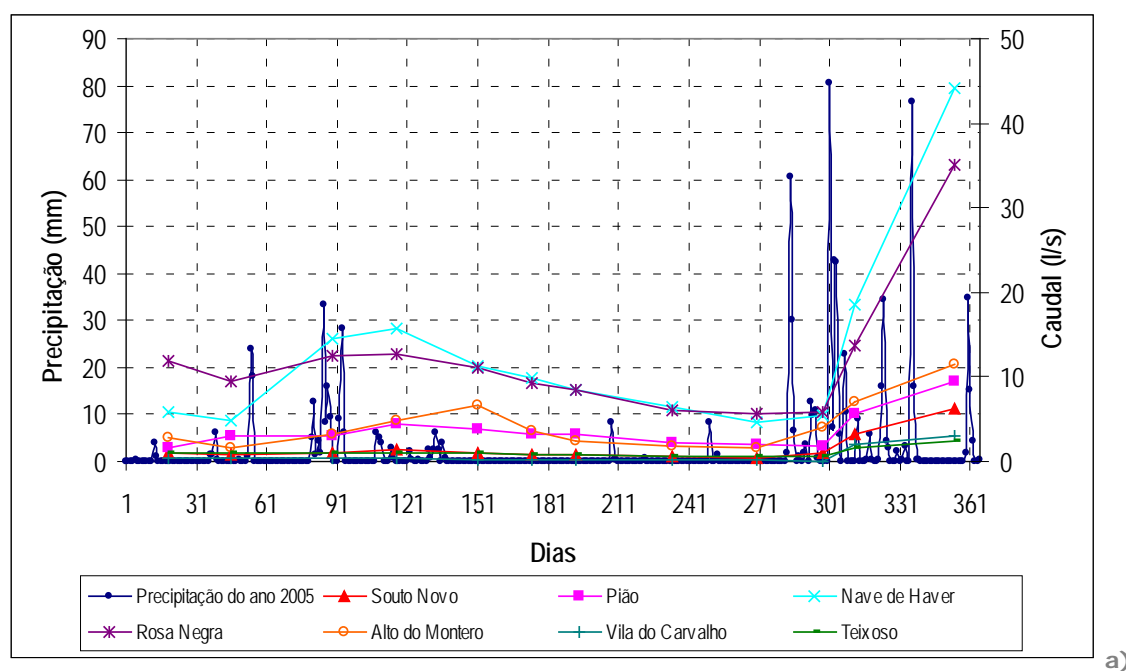


Figura 4.3 - Esboço hidrogeológico em corte da região Nascente da Serra da Estrela (Mendes, 2006).



a)

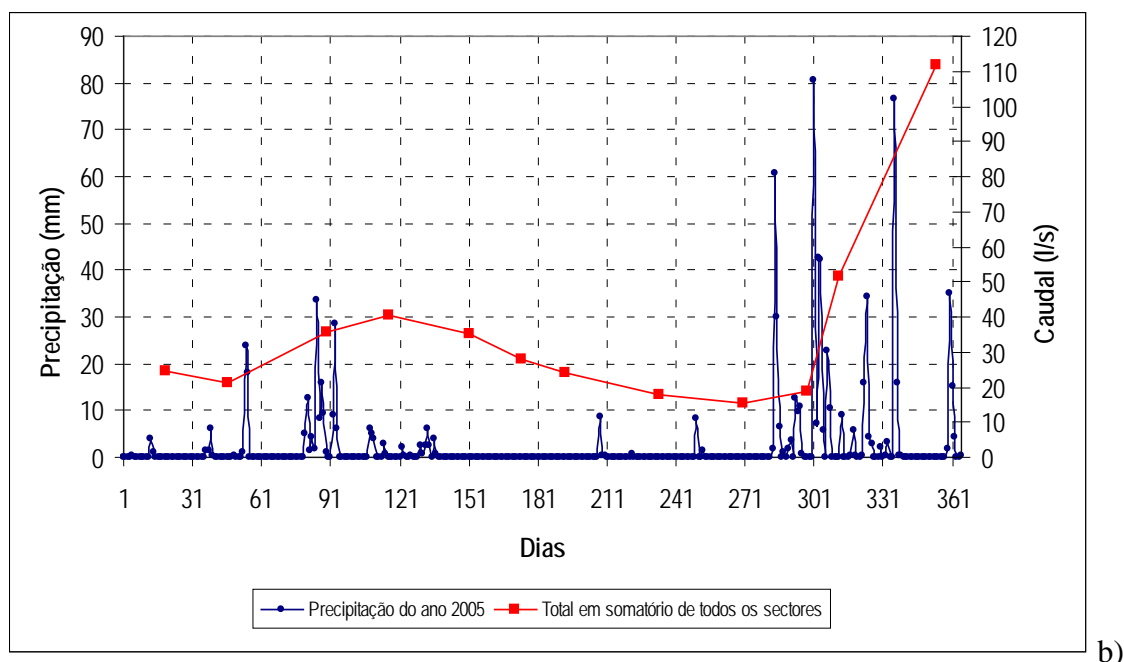


Figura 4.4 - Variação ao longo de 2005 da precipitação diária e do caudal monitorizado das captações estudadas em 2005, por setor (a) e no global (b), da região da Serra da Estrela (Mendes, 2006)

Sobre os aspetos hidrogeológicos para a zona em estudo, dos trabalhos de Espinha Marques *et al.* (2006,2008), interessa apresentar a situação em que ocorrerem três tipos de aquíferos interrelacionados (Figura 4.5), de acordo com o seguinte:

- i. Aquíferos superficiais, livres - são formações que estão em contacto hidráulico com a zona não saturada e com a atmosfera; apresentam circulação de águas subterrâneas normais e têm circulação em meio poroso (no caso dos depósitos de cobertura como os depósitos glaciários, e ainda os granitóides mais intensamente meteorizados e/ou tectonizados) ou meio fissurado (em rochas cristalinas menos meteorizadas e/ou tectonizadas);
- ii. Aquíferos intermédios, semi-confinados a confinados - são formações situadas diretamente sob os aquíferos livres; apresentam circulação de águas subterrâneas normais e têm circulação em meio fissurado em rochas cristalinas;
- iii. Aquíferos profundos, confinados - estão situados sob os aquíferos intermédios, com circulação de águas termominerais e apresentam circulação em meio fissurado, constituído essencialmente por rochas cristalinas.

Além do apresentado, segundo Ferreira Gomes *et al* (2011), é importante ainda salientar, que o sistema hidrogeológico da região, em termos de qualidade de água subterrânea, apresenta dois subsistemas interligados: o das águas subterrâneas normais e de circulação apenas muito superficial; e o das águas subterrâneas associados a infiltrações mais profundas, que geralmente são termominerais e de quimismo especial. As primeiras, são águas cuja temperatura de emergência se encontra diretamente condicionada pela temperatura do ar, pelo que na zona da Serra da Estrela essas águas raramente ultrapassam a temperatura de 14°C, com pH

geralmente entre 5 e 7 e condutividade inferior a $50\mu\text{S}/\text{cm}$, designando-se por hipossalinas, por se apresentarem com mineralização muito baixa, geralmente inferiores a 50 mg/L . As águas de origem mais profunda apresentam as ressurgências naturais com temperaturas geralmente superiores a 20°C , como é o caso da Nascente da Fonte Santa nas Termas de Manteigas, com temperatura de 20.1°C e ainda a água das nascentes do Banho e do Cortiço, nas Termas de Unhais da Serra, a rondarem os 27°C .

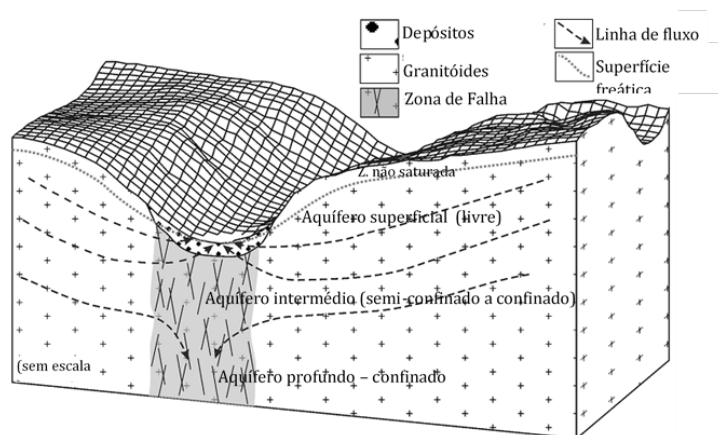


Figura 4.5 - Representação esquemática do modelo hidrogeológico conceptual em zonas de grande altitude da Serra da Estrela (zona da Falha da Vilarica-Unhais da Serra); adaptado de Espinha *et al* (2006).

Face ao anteriormente apresentado neste item, e tendo em atenção o objetivo do presente trabalho, realça-se que de seguida haverá um item dedicado aos pontos de água especiais, dignos de algumas singularidades que mereçam tal enquadramento e, por fim, haverá ainda um item dedicado às lagoas, uma vez que estas constituem singularidades associadas à água e se relacionam com os aspetos geomorfológicos importantes na fundamentação da candidatura ao *Aspiring* Geoparque Estrela.

4.3 Hidrogeossítios

No seguimento do supracitado, pode-se introduzir o conceito de "Hidrogeossítio" como sendo a junção da ideia de Geossítio com os recursos hídricos subterrâneos, que em algumas situações, como já se referiu, algumas águas subterrâneas são consideradas recursos geológicos pela legislação portuguesa (D.L.54, 2015). Referem-se, portanto, as águas minerais e águas de nascente, que em alguns casos quando têm termalidade, são também quentes na origem e podem também ser considerados recursos geotérmicos.

Assim, uma água que tenha aquela classificação necessita de ter na sua sustentação um conjunto de estudos que a fundamentem a atestem da sua qualidade e as suas características singulares, nomeadamente análises físico-químicas detalhadas. Entende-se que, na vasta região do *Aspiring* Geoparque Estrela, com milhares de pontos de água (nascentes, fontes, minas, poços, furos de entre muitos outros), aqueles pontos que já têm a água classificada como tal, deveriam ser considerados por hidrogeossítios, pois os mesmos em alguns casos têm

situações interessantes sob o ponto de vista de turismo científico desde observar/sentir a sua termalidade (temperatura), ver o artesianismo repuxante, ver/sentir o poder de uma água mineral termal em termalismo, desde o visitar tecnicamente as Termas, balneários, a sentir as suas águas em ações geoturísticas como usufruir de uma piscina de água quente natural, de um Duche Vichy a duas mãos, ou de um banho de hidromassagens, de entre muitos outros como ainda ouvir do Diretor Técnico da Concessão da Água Mineral, uma explicação sobre a origem da água mineral e suas relações com a geologia e grandes falhas da Serra da Estrela, à situação das zonas de Proteção das Captações que contribuem para a defesa e geoconservação do hidrogeorecurso e/ou do hidrogeossítios, ou ainda nas concessões de águas engarrafadas, as visitas técnicas às fábricas de engarrafamento, ou às captações com as provas de águas rigorosamente naturais, a beber diretamente da boca da captação a sair da fraga granítica da Serra da Estrela..., de entre muitos outros argumentos. Ou seja, foi entendido que as concessões de águas termais e de engarrafamento deveriam ser distinguidas, com esta particularidade de se considerarem desde logo hidrogeossítios, sendo de mencionar, que cada um dos lugares, geralmente tem várias captações, desde as mais antigas, que geralmente são nascentes a poços que em algumas situações são furos muito profundos. Assim resultaram desde logo os dois primeiros grupos de hidrogeossítios apresentados na Tabela 4.1.

Estavam criadas as bases para a seleção dos pontos de águas que fossem dignos de se designar por hidrogeossítios.

Depois de se analisar os elementos disponíveis na literatura nomeadamente os trabalhos de Almeida e Almeida (1975), DGGM (1992), IGM (1999) e ainda Mendes (2006), foi entendido seleccionar pontos de água para propor como hidrogeossítios, desde logo aqueles que tivessem características muito prováveis de poderem vir a ser classificadas como águas minerais para termas; alguns casos tinham sido até já termas antigas; resultou assim, um novo grupo de hidrogeossítios que correspondem a águas do tipo sulfúrea com semelhanças às das Termas de Manteigas e de Unhais da Serra, resultando o Grupo III apresentado na Tabela 4.1 - Águas subterrâneas com potencial de serem licenciadas para novas termas com aproveitamentos geotérmicos.

Entretanto, analisou-se detalhadamente o resto do grande universo de pontos de água disponíveis que pudessem eventualmente ter potencial para serem licenciados para a indústria do engarrafamento e ou termas similares às Termas de São Miguel, ou em ambas as situações em simultâneo (termalismo e engarrafamento). Foi uma tarefa com algumas complexidade, pois à partida haveria imensos pontos de água, por isso seleccionaram-se apenas alguns novos pontos de água que em simultâneo tivessem características especiais sob o ponto de vista físico-químico, que se associassem a elementos singulares ou por terem a ver com a origem do Rio Mondego, principal rio, integralmente português, a nascer no coração, do território do Aspiring Geparque Estrela, ou ainda por estarem associados a elementos geomorfológicos, geológicos

especiais, históricos e etnográficos. Com base nestes critérios, selecionaram-se ainda dois novos grupos IV e V, apresentados na Tabela 4.1. É de realçar que se verificaram muitas discussões sobre o facto do ponto 15 (Fonte Velha, em Folgoso) se associar ou não, pois à partida aparentemente é apenas mais um fontanário antigo, numa aldeia com muita tradição histórica (Folgoso) onde inclusive há mais fontanários. Decidiu-se associá-lo pois o quimismo da sua água é algo muito singular no panorama português por ser rica em nitratos, sem ser de origem antropológica, pois aquela água foi alvo de estudo detalhado por Almeida e Almeida (1975) e estes autores referem que o seu teor em nitratos, relativamente elevado, não se relaciona com inquinação, mas sim há ausência de nitrito, de amónio e apresenta baixa oxidabilidade, devido a estas características entende-se ser uma água nitrada de origem natural. É assim, um ponto de água que interessa registar, preservar e tirar partido geoturístico dos seus aspetos científicos e quiçá, poderá ser muito especial para a indústria de engarrafamento em regime gourmet pois tem propriedades de ajudar a libertar a prisão de ventre (Almeida e Almeida, 1975).

Por fim, surge o Grupo V, “Águas subterrâneas captadas em minas, com singularidades especiais” para enquadrar um grupo de pontos de água, não só para registar uma época da sociedade, em que os mesmos foram absolutamente fundamentais na sobrevivência humana, como também algumas minas são dignas de ser visitadas sob o ponto de vista de geoturismo científico, em especial porque em algumas se observam as ressurgências no contacto geológico ou em interseções de fraturas, ou de fraturas com filões, de entre outras situações, e que nesses locais estão ao alcance de serem observadas.

Pelo exposto, sob o ponto de vista científico e geoturístico merece apresentar as características físico-químicas do recurso dos vários pontos de água selecionados para fazerem parte da proposta de conjunto de hidrogeossítios de Aspiring Geoparque Estrela. A Tabela 4.2 apresenta os vários elementos físico-químicos da água de uma das captações principais de cada hidrogeossítio, além das principais classificações das mesmas. A Figura 4.6 apresenta a localização dos vários pontos considerados. Dos vários parâmetros apresentados na Tabela 4.2 foi possível realizar os vários gráficos que permitem perceber as relações entre as águas dos vários pontos, podendo, ao analisar os mesmos, tirar imensas ilações, sendo nesta fase de referir que sobre o tipo mais clássico de designação das várias águas, em termos químicos, existem três grupos principais: i) as Águas Sulfúreas; ii) as Águas Nitradas, iii) as Águas Hipossalinas.

As primeiras são aquelas que estão associadas a sistemas aquíferos profundos, confinados, quentes em profundidade, com artesianismo e com águas muito antigas, com potencial excelente para o termalismo e aproveitamentos geotérmicos; o segundo grupo, apenas com um caso especial, que se entende ser uma água relativamente superficial mas associada a alguma

singularidade geológica, que a torna muito particular pela sua raridade e que pode vir a ser interessante em especial como água mineral de mesa; o terceiro grupo com águas geralmente associadas a sistemas aquíferos pouco profundos, geralmente do tipo livres e semi-confinados, com águas geralmente frias, de potencial para águas de mesa e até para a balneoterapia.

No Anexo IV (Anexo Destacável) apresenta-se uma tabela muito extensa com as características detalhadas de cada Hidrogeossítio, nomeadamente:

- i) As coordenadas de cada ponto, altitude e designação da bacia hidrográfica que pertence;
- ii) Designação do local;
- iii) Freguesia, concelho e distrito;
- iv) Tipo de água, classificação química características principais;
- v) Situação técnica, nomeadamente quantas captações e suas características;
- vi) Aplicação da água real ou potencial;
- vii) Situação legal da água, ou seja, se está concessionada ou não;
- viii) Concessionário;
- ix) Indicações terapêuticas das águas;
- x) Condições geológico –estruturais locais
- xi) Condições hidrogeológicas,
- xii) Esquemas hidrogeológicos para entendimento do modelo concetual associado;
- xiii) Fotos sobre o Hidrogeossítio;
- xiv) Hidrosingularidades consideradas;
- xv) Outras singularidades

A relação direta entre os vários locais dos hidrogeossítios com a geologia regional, pode observar-se na Figura 4.10. Esta imagem é muito útil na preparação dos esquiços sobre o modelo concetual hidrogeológico dos vários hidrogeossítios, que se apresenta na tabela do anexo destacável, de que é exemplo o modelo conceptual de Unhais da Serra apresentado na figura 4.11.

Por fim salienta-se que a referida tabela se entende desde já não ser fechada, pois o seu preenchimento total, será o resultado de trabalhos de equipas sendo sempre melhorada ao longo do tempo. Refira-se que no Anexo II apresentam-se a fichas individualizadas de cada Hidrogeossítio considerado e que esteve na base do preenchimento da grande tabela do Anexo Destacável. Um exemplo de ficha apresenta-se na Figura 4.12

Tabela 4.1 – Organização dos Hidrogeossítios em proposta para a região do *Aspiring* Geoparque Estrela.

Grupo	Designação	Hidrogeossítio	Singularidades genéricas que frequentemente estão associadas ao Grupo ^(*)
I	Águas subterrâneas Usadas em Termas	1. Termas de Unhais da Serra; 2. Termas de Manteigas; 3. Termas de São Miguel - Fornos de Algodres; 4. Caldas de São Paulo	Águas licenciadas para o uso do termalismo (classificadas como recursos Geológico) Sistemas aquíferos fissurais confinados a semi-confinados; Artesianismo repuxante Águas naturalmente quentes e com potencial de serem captadas a temperaturas sup a 60° Águas muito antigas - cerca de 10000 anos. Águas integradas em balneários, espaços de saúde, de lazer, e de turismo.
II	Águas subterrâneas Usadas em Engarrafamento	5. Água Serra da Estrela - Fonte da Videira; 6. Glaciar - Fonte Paulo Martins, Manteigas; 7. Corgas Largas/ Vitalis-Vida/Fonte da Lua).	Águas licenciadas para engarrafamento (classificadas como recursos Geológico); Águas integradas em espaços industriais especiais e singulares que podem permitir o turismo científico e tecnológico. Locais de muito interesse para se associar a rotas geoturísticas com provas de águas naturais, quer temáticas (da água), quer harmonizadas com outros geossítios
III	Águas subterrâneas com potencial de serem licenciadas para novas termas com aproveitamentos geotérmicos	8. Pontão da Rapada - Penalva de Alva/Oliveira do Hospital; 9. Água da Regada- Ervedal da Beira/Oliveira do Hospital; 10. Banhos de Santo António - Celorico da Beira/Gare; 11. Banhos de Sto Amaro - Linhares da Beira/ Celorico da Beira.	Locais com águas sem estarem licenciadas, mas que têm potencial de vir a integrar o Grupo I. Locais de muito interesse sob o ponto de vista de turismo científico no setor geológico- estrutural e hidrogeológico; Locais de muito interesse sob o ponto de vista de turismo arque-industrial pois há situações de terem sido balneários antigos; Locais de potenciais aplicações geotérmicas.
IV	Águas subterrâneas com potencial de serem licenciadas para novas águas de engarrafamento, e/ou unidades termais e associadas singularidades especiais	12. Fonte da Pedra - Fonte Milagrosa/Alvoco da Serra/Seia; 13 - Fonte do Vale de Rossim - S. Pedro/Gouveia 14. Fonte do Mondeguinho - S. Pedro/Gouveia. 15- Fonte Velha-Folgosinho/Gouveia	Locais com águas sem estarem licenciadas, mas que têm potencial de vir a integrar o Grupo I e/ou o Grupo II. Locais de muito interesse sob o ponto de vista de turismo científico no setor geológico- estrutural e hidrogeológico; Locais de muito interesse sob o ponto de vista de turismo etnográfico e geográfico - Fontanários históricos; Fontanários associados às Nascentes mais a montante dos principais rios portugueses; Locais de muito interesse para se associar a rotas geoturísticas com provas de águas naturais, quer temáticas (da água), quer harmonizadas com outros geossítios
V	Águas subterrâneas captadas em minas, com singularidades especiais	16. Mina P1, Setor do Pião/Covilhã 17- Mina NH10, Setor da Nave de Haver/Covilhã 18 -Mina RN12, Setor da Rosa Negra/Covilhã	Locais de muito interesse sob o ponto de vista de turismo científico no setor geológico- estrutural e hidrogeológico; Locais de muito interesse sob o ponto de vista de turismo arqueológico-Industrial; Locais de muito interesse para se associar a rotas geoturísticas com provas de águas naturais, quer temáticas (da água), quer harmonizadas com outros geossítios

^(*) Nem todas as singularidades apresentadas estão em simultâneo associadas a todos os Hidrogeossítios.

Tabela 4.2 - Parâmetros físico-químicos e respectivas classificações das águas subterrâneas de Pontos de Água em proposta para serem integrados na rede de Hidrogeossítios do Aspiring Geoparque Estrela

EM	HIDROGEOSSÍTIO PROPOSTA	1 - Termas de Unhais da Serra - Furo ACP1 (IGM, 1994)	2 - Termas de Manteigas - Furo AC1 (IGM,1998)	3 - Termas de S. Miguel - Fornos de Algodres - Furo F2 (LNEG, 2014, in F. Gomes, 2014)	4 - Caldas de S. Paulo - Furo F1, (IST,2016)	5- Água da Serra da Estrela (DGEg,1992)	6 - Glaciar - Fonte Paulo Martins (IHL, 1991; in Peixinho de Cristo,1991))	7 - Corgas Largas/ Vitalis-Vida/Fonte da Lua - Furo	8 - Pontão da Rapada (Almeida e Almeida, 1975).	9 - Água da Regada (Almeida e Almeida, 1975)	10 - Banhos de Santo António (Almeida e Almeida, 1975)	11 - Banhos de Sto Amaro (Almeida e Almeida, 1975)	12 - Fonte da Pedra (Almeida e Almeida, 1975)	13 - Fonte do Vale de Rossim (Almeida e Almeida, 1975)	14 - Fonte do Mondeguinho (Almeida e Almeida, 1975)	15- Fonte Velha- Folgosinho (Almeida e Almeida, 1975)	16 - Mina P1, Setor do Pião (Mendes, 2006)	17- Mina NH10, Setor da Nave de Haver (Mendes, 2006)	18 -Mina RN12, Setor da Rosa Negra (Mendes, 2006)		
	Parâmetros	Furo ACP1	Furo AC1	Furo F2	Furo F1-CSP	-	Nascente	Furo	Nascente	Nascente	Nascente do Estomago	Nascente da Fraga	Nascente da Fonte Milagrosa	Nascente/Fon- tanário	Nascente/Fon- tanário	Nascente/Fon- tanário	Nascente-Mina	Nascente-Mina	Nascente-Mina		
	Temperatura na origem - °C	38,0	48,0	14,5	28,0	15,0	7,0	9,2	20,0	20,0	21,0	20,0	-	8,0	-	-	11,9	12,1	11,7		
	pH	8,70	9,20	5,82	8,46	6,40	5,60	5,60	8,49	7,75	7,78	8,04	6,08	5,61	6,38	5,28	5,45	5,62	5,82		
	Condutividade - µS cm ⁻¹	302	232,0	72,0	606,0	-	17,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,0	28,5	34,0		
	Sulfuração Total (em I ₂ 0,01N) - mL/L	12,5	7,2	0,0	44,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Dureza Total (emp.p. 10 ³ de CaCO ₃ - °f)	0,95	0,75	15,00	8,90	-	0,32	-	1,00	1,90	1,20	1,40	0,50	0,30	0,20	5,80	6,00	5,70	5,70		
	CO ₂ Total - mmol / L	-	-	-	-	-	-	-	-	9,00	5,20	3,40	16,50	36,40	6,20	73,30	-	-	-		
	Silica (SiO ₂) - mg/L	50,40	39,00	25,30	69,0	17,0	9,5	12,0	32,0	33,0	80,3	41,3	14,5	6,6	5,4	11,5	9,7	8,1	12,0		
	Resíduo Seco (a 180°C) - mg/L	229,00	159,60	69,00	442,0	33,0	17,0	21,0	222,4	386,0	374,0	424,0	29,6	31,2	17,2	260,0	18,0	19,3	23,0		
	Mineralização Total - mg /L	268,80		80,00	543,0	39,0	20,9	29,0	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0	19,7	36,0		
	Catiões (mg/L)	Sódio (Na ⁺)	69,3	43	9,60	146,0	4,4	1,7	5,1	87,6	140,5	122,4	153,9	4,1	5,8	6,2	56,4	2,4	2,7	3,6	
		Cálcio (Ca ²⁺)	3,5	2,9	3,80	3,30	2,70	1,20	0,70	1,20	6,40	1,60	1,60	2,00	1,20	0,80	11,60	1,10	1,00	1,70	
		Potássio (K ⁺)	2	1	1,20	4,90	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	0,30	0,67	
		Magnésio (Mg ²⁺)	0,14	<0,03	1,10	0,15	-	0,12	0,65	0,50	0,70	2,00	2,40	-	-	-	7,10	0,79	0,78	0,35	
		Lítio (Li ⁺)	0,25	0,14	0,028	1,500	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Amónio (NH ₄ ⁺)	<0,10	<0,10	<0,10	0,59	-	<0,006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Ferro (Fe ²⁺)	-	-	<0,0466	<0,01	-	0,13	-	0,08	0,08	0,08	0,40	0,04	0,04	0,04	0,08	<0,005	<0,005	<0,005	
	Aniões (mg/L)	Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	85,4	43,3	22,80	217,00	16,50	3,97	13,7	124,4	251,3	153,7	163,5	9,8	7,3	7,3	7,3	12,0	14,0	12,0	
		Cloreto (Cl ⁻)	25,2	6	7,40	46,00	3,20	1,24	2,4	17,0	46,2	63,2	83,1	4,3	4,3	3,5	58,9	1,8	1,8	3,8	
		Sulfato (SO ₄ ²⁻)	6,7	12,5	0,98	13,00	-	1,68	-	9,4	12,7	5,2	35,0	-	3,5	4,1	10,9	<1,0	<1	<1,0	
		Fluoreto (F ⁻)	14,9	10,2	0,27	25,00	-	0,19	-	18,5	14,5	21,5	20,8	-	-	-	0,3	<0,004	<0,004	<0,004	
		Carbonato (CO ₃ ²⁻)	-	-	-	4,00	-	-	-	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Nitrato (NO ₃ ⁻)	0,12	<0,12	7,10	<0,3	-	<0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	98,0	1,2	1,2	3,0	
		Nitrito (NO ₂ ⁻)	<0,02	<0,02	<0,01	<0,01	-	<0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,07	<0,07	<0,07	
	Sulfureto (HS ⁻)	-	-	0,00	7,20	-	-	-	1,5	1,7	3,2	4,3	-	-	-	-	-	-	-		
	Elementos Secundários (mg/L)	Prata (Ag)	0,0002	0,0002	<0,00003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,002	<0,002	<0,002	
		Alumínio (Al)	n.d	n.d	0,0053	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,040	<0,040	<0,04
		Arsénio (As)	0,032	0,014	0,0086	-	-	0,0070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,003	<0,003	<0,003
		Boro (B)	0,345	0,135	0,0050	-	-	0,7000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Bário (Ba)	0,148	0,004	0,0011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Berílio (Be)	0,0006	0,0002	0,00070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Bismuto (Bi)	-	-	<0,00001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Brometo (Br)	0,298	0,055	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Cádmio (Cd)	0,0003	0,0003	0,00003	-	-	0,0003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Cobalto (Co)	<1.d	<1.d	<0,00005	-	-	0,0005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Crómio (Cr)	<1.d	<1.d	<0,00096	-	-	0,0008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Césio (Cs)	<1.d	<1.d	0,00083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Cobre (Cu)	0,001	<1.d	<0,00029	-	-	0,0016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,2	<0,2	<0,2
		Mercurío (Hg)	-	-	<0,000020	-	-	<1.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002
		Iodeto (I)	0,002	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Manganês (Mn)	0,017	0,003	0,00120	-	-	0,0009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Molibdénio (Mo)	0,004	0,01	0,00029	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Nióbio (Nb)	<1.d	<1.d	<0,00002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Níquel (Ni)	0,002	<1.d	<0,00068	-	-	0,0007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Chumbo (Pb)	0,014	0,026	<0,00004	-	-	0,0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005
		Rubídio (Rb)	n.d	n.d	0,00800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Antimónio (Sb)	0,002	0,003	<0,00003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Selénio (Se)	-	-	<0,00087	-	-	<1.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Estanho (Sn)	-	-	<0,00007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Estrôncio (Sr)	-	-	0,02600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Telúrio (Te)	-	-	<0,00003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Taio (Tl)	-	-	<0,00001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Urânio (U)	-	-	0,00260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vanádio (V)	-	-	0,00050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Tungsténio (W)	0,018	n.d	0,00006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Ytrio (Y)	<1.d	0,0001	<0,00005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Zinco (Zn)	0,031	0,007	0,00097	-	-	0,0170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,1	<0,1
			Classificação	Sulfúrea Bicabomatada Sódica Fluoretada	Sulfúrea Bicabomatada Sódica Fluoretada	Hipossalina, Bicabomatada Sódica	Sulfúrea Bicabomatada Sódica Fluoretada	Hipossalina, com reação ácida, Silicatada	Hipossalina, com reação ácida, Silicatada	Hipossalina, com reação ácida, Silicatada	Sulfúrea Bicabomatada Sódica Fluoretada	Sulfúrea Bicabomatada Sódica Fluoretada	Sulfúrea Bicabomatada Sódica Fluoretada	Sulfúrea Bicabomatada Sódica Fluoretada	Hipossalina, com reação ácida, Silicatada	Hipossalina, Alcalino-Sódica	Hipossalina, Alcalino-Sódica	Nitratada, fracamente mineralizada, alcalina-sódico-cálcica	Hipossalina, com reação ácida, Silicatada	Hipossalina, com reação ácida, Silicatada	Hipossalina, com reação ácida, Silicatada

Notas: 1.d. - limite de deteção; n.d. - não determinado

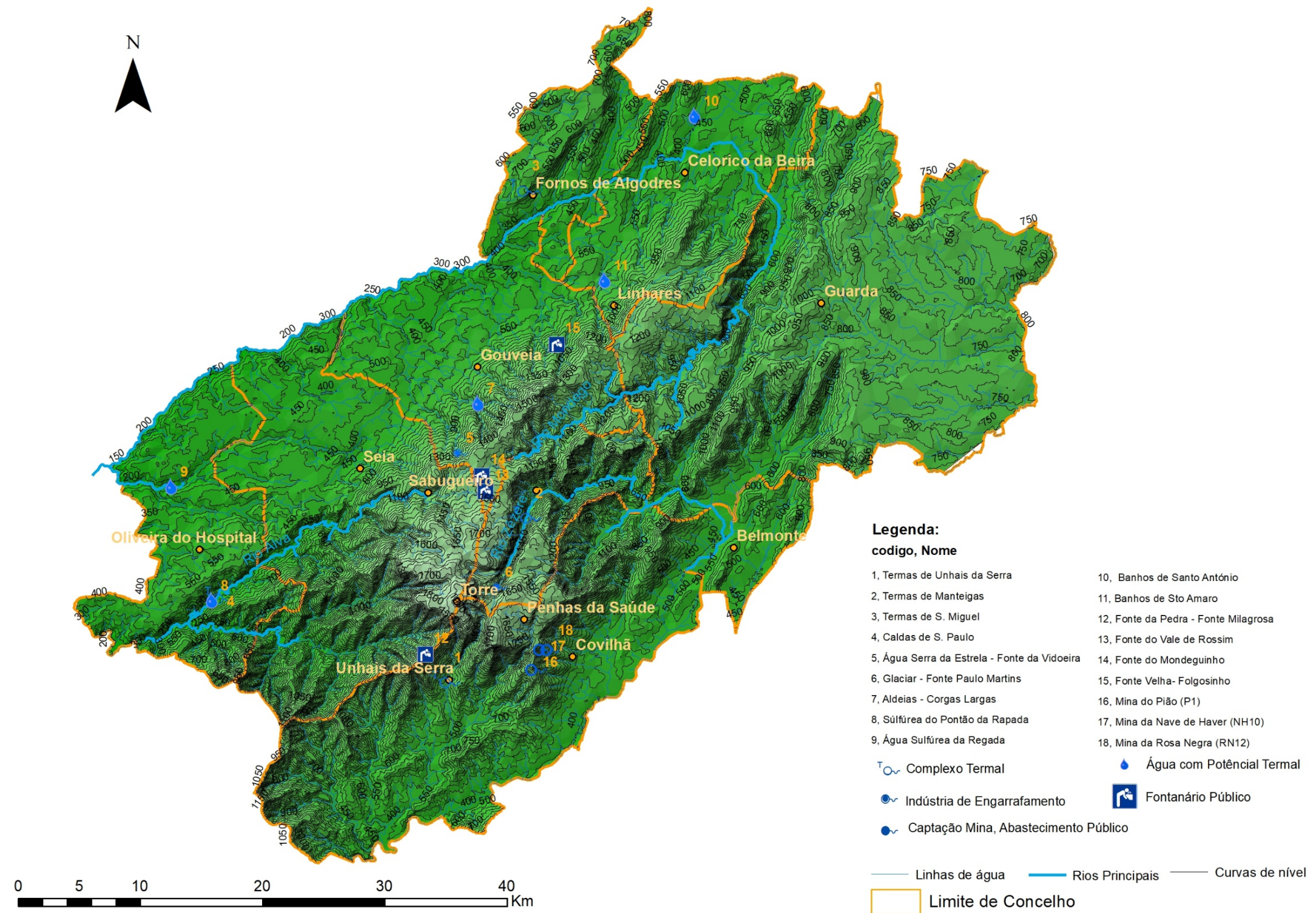


Figura 4.6 - Localização dos Hidrogeossítios em proposta para o Aspiring Geoparque Estrela.

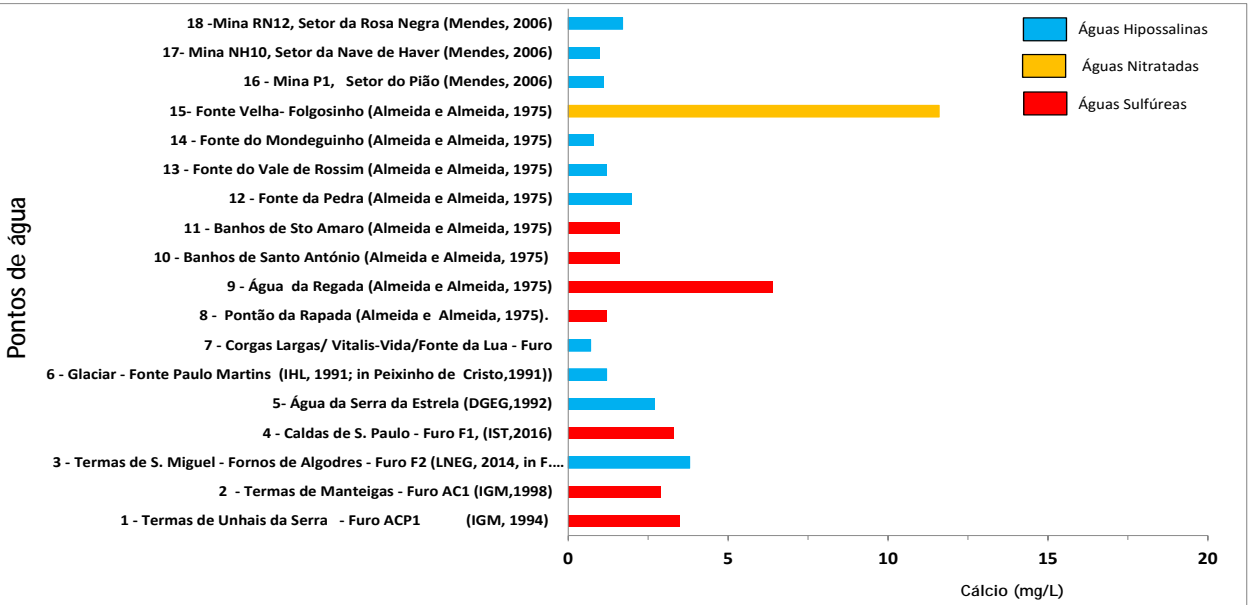
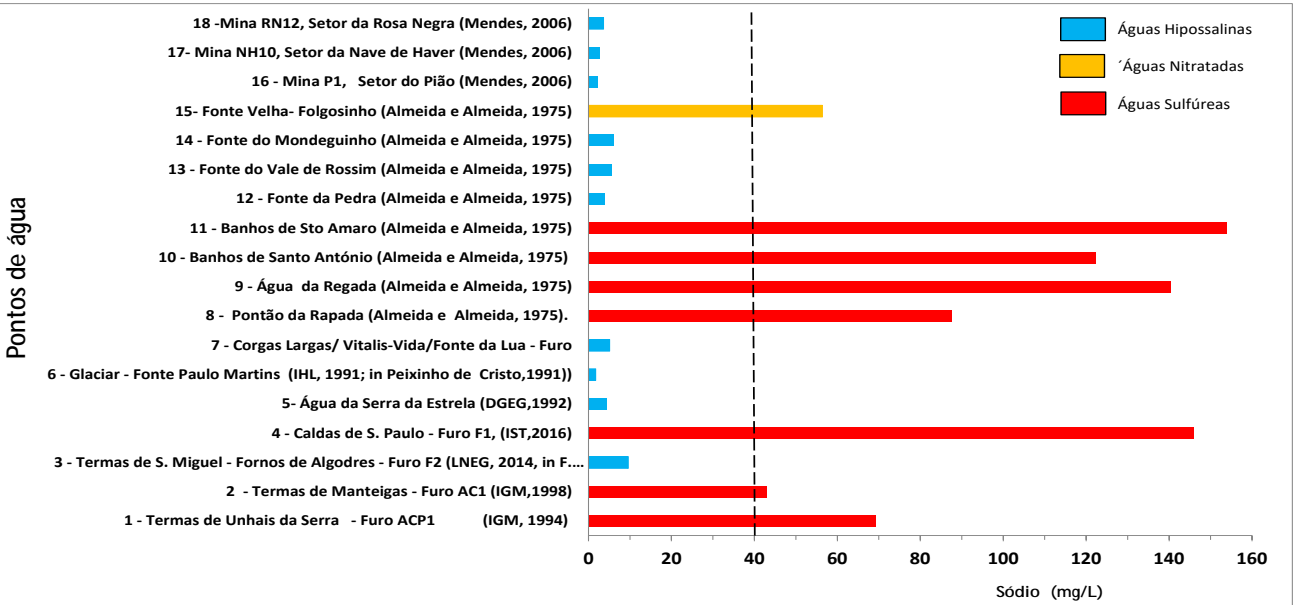
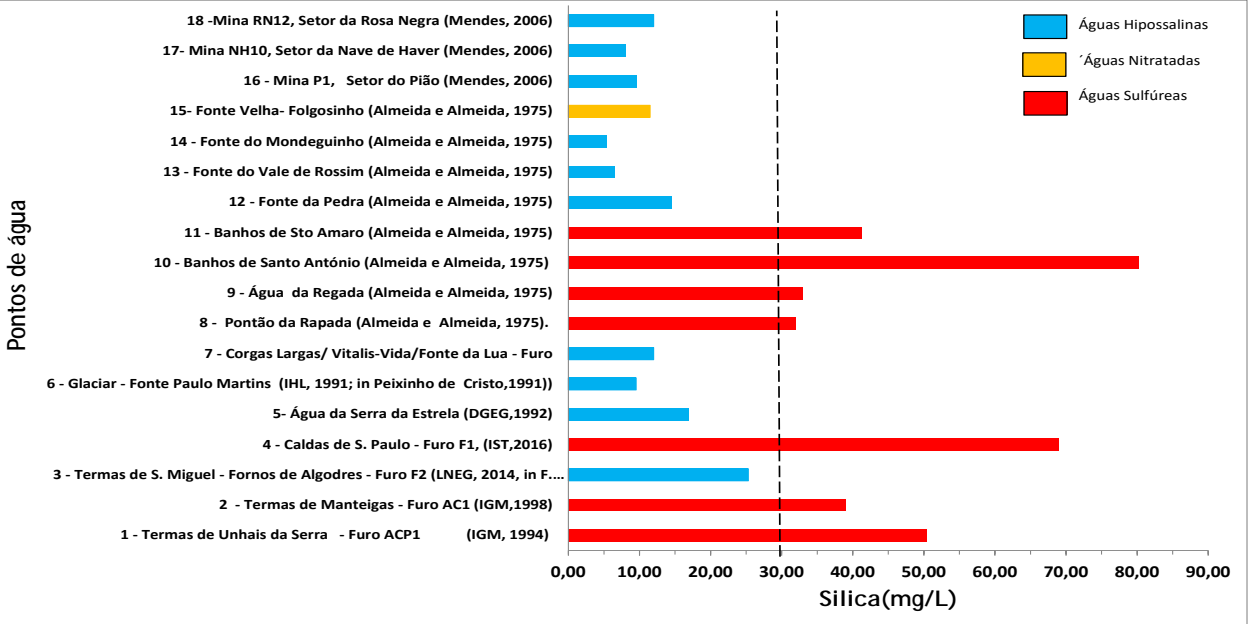
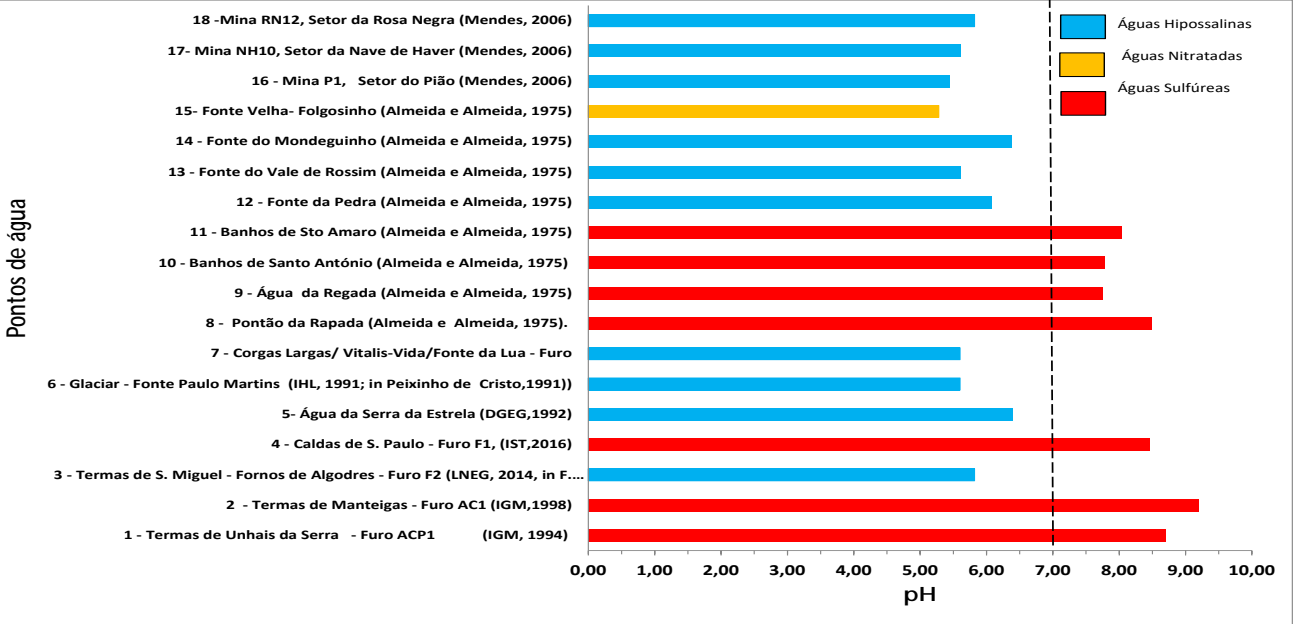
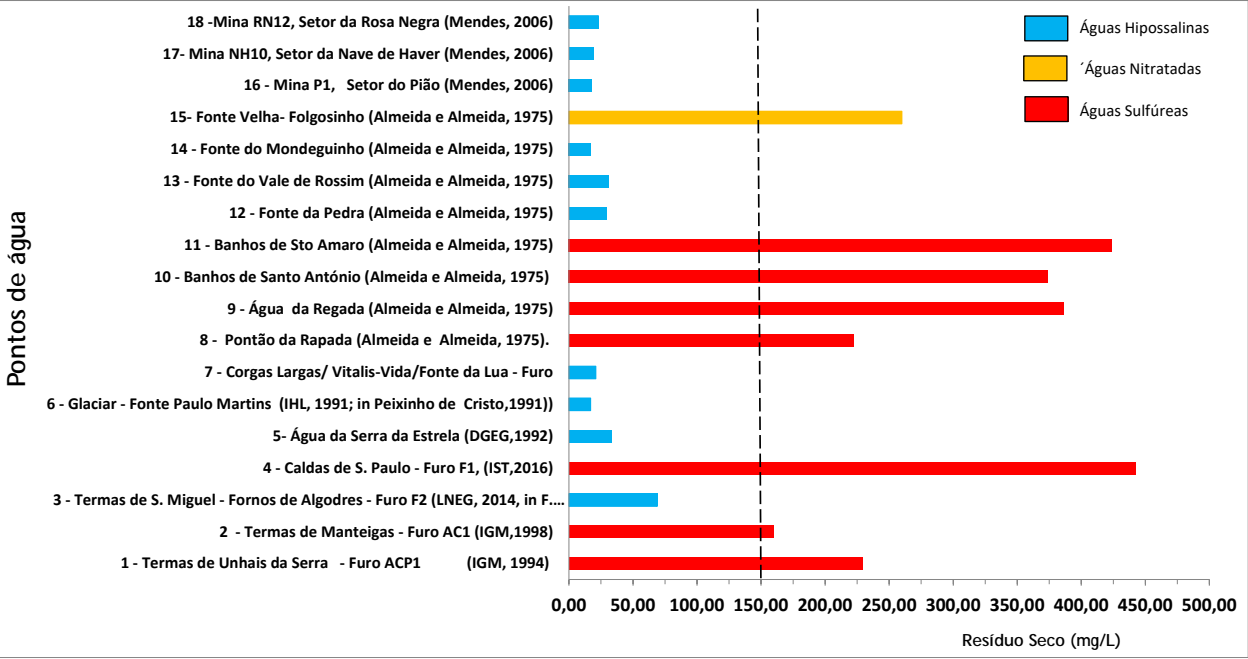
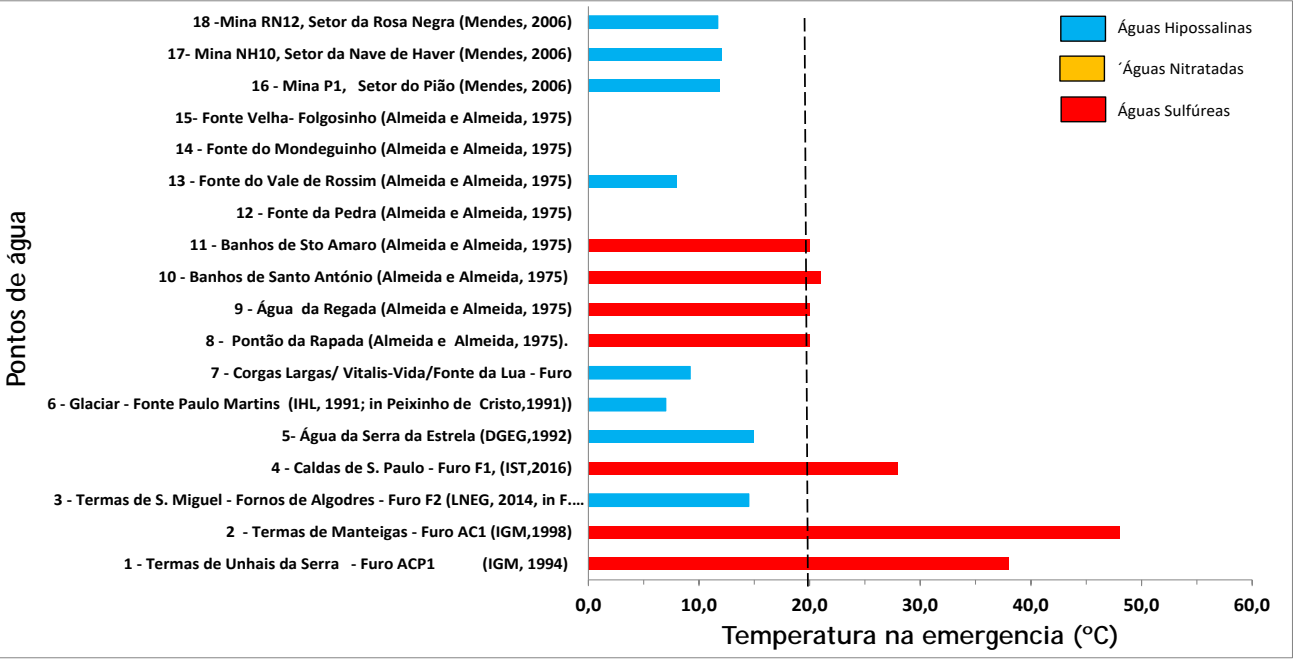


Figura 4.7 - Resultados dos parâmetros globais e dos principais cátions das águas subterrâneas dos Pontos de Águas em proposta para Hidrogeossítios da zona do Aspiring Geoparque Estrela

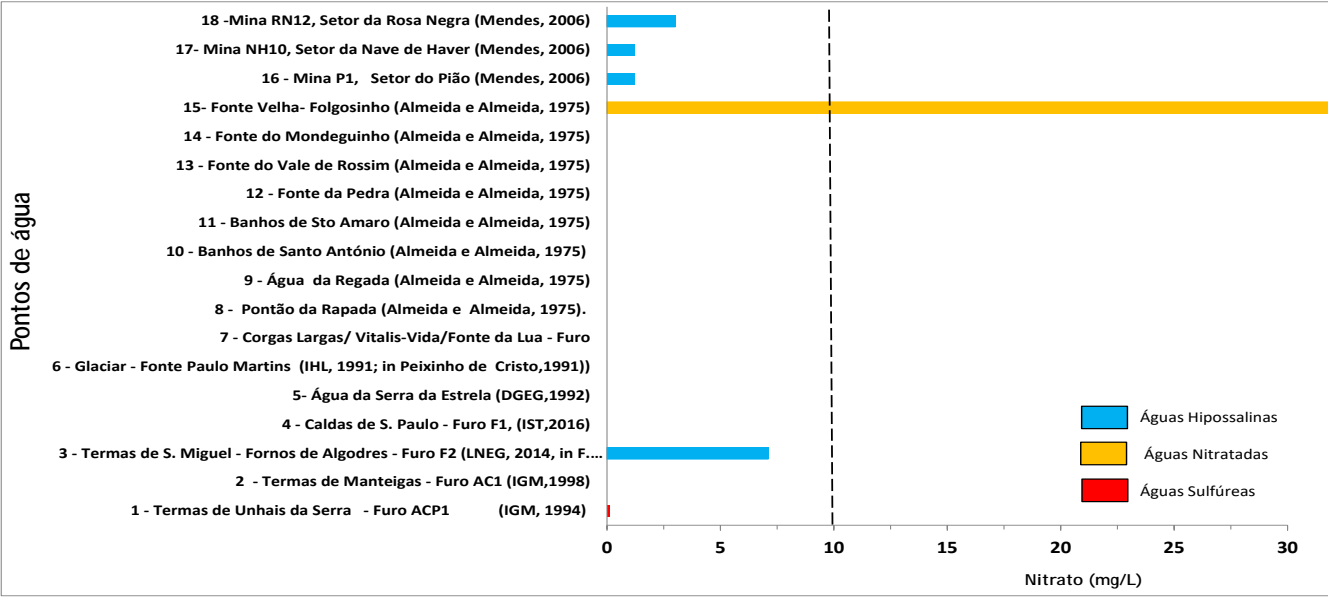
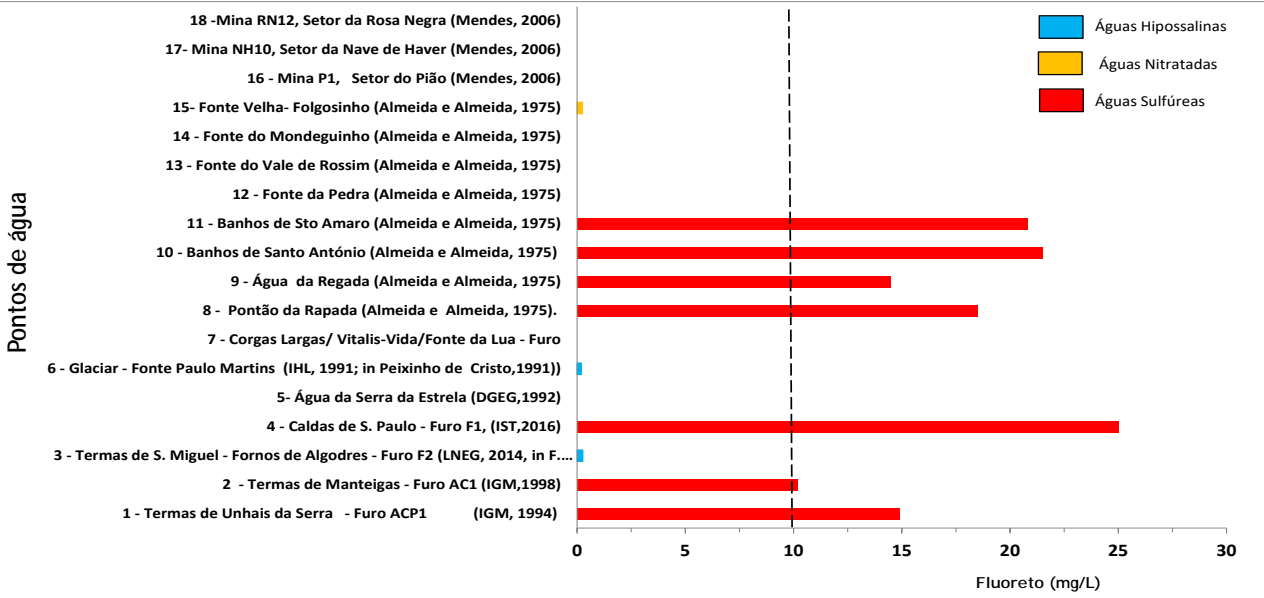
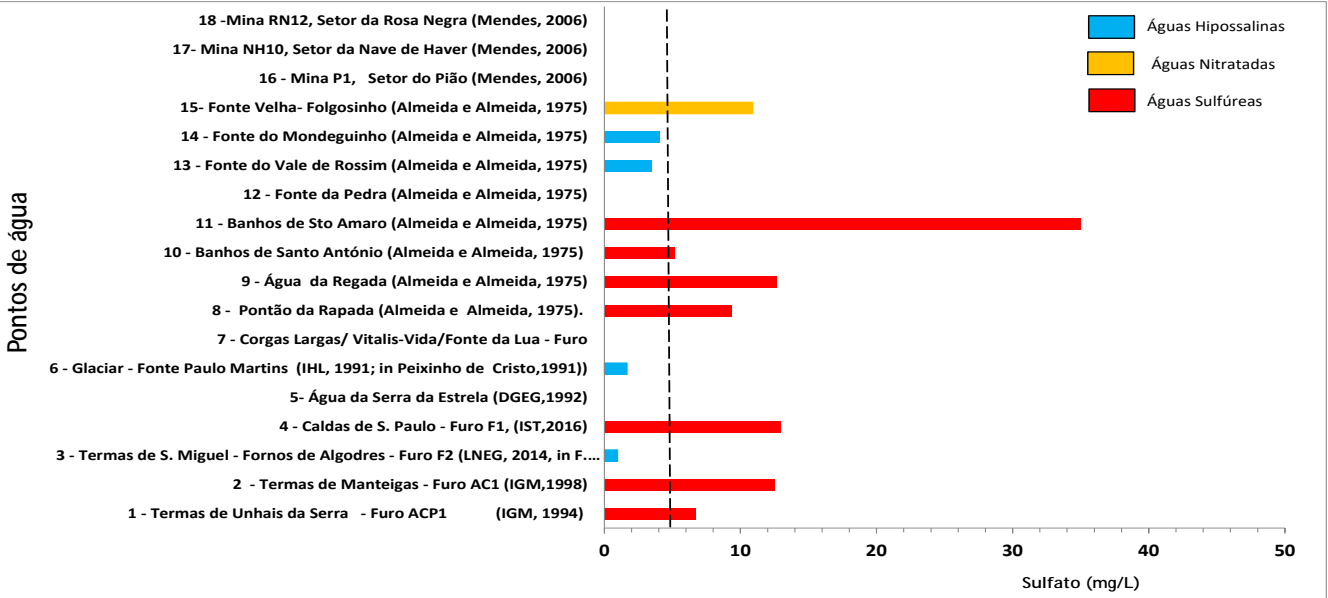
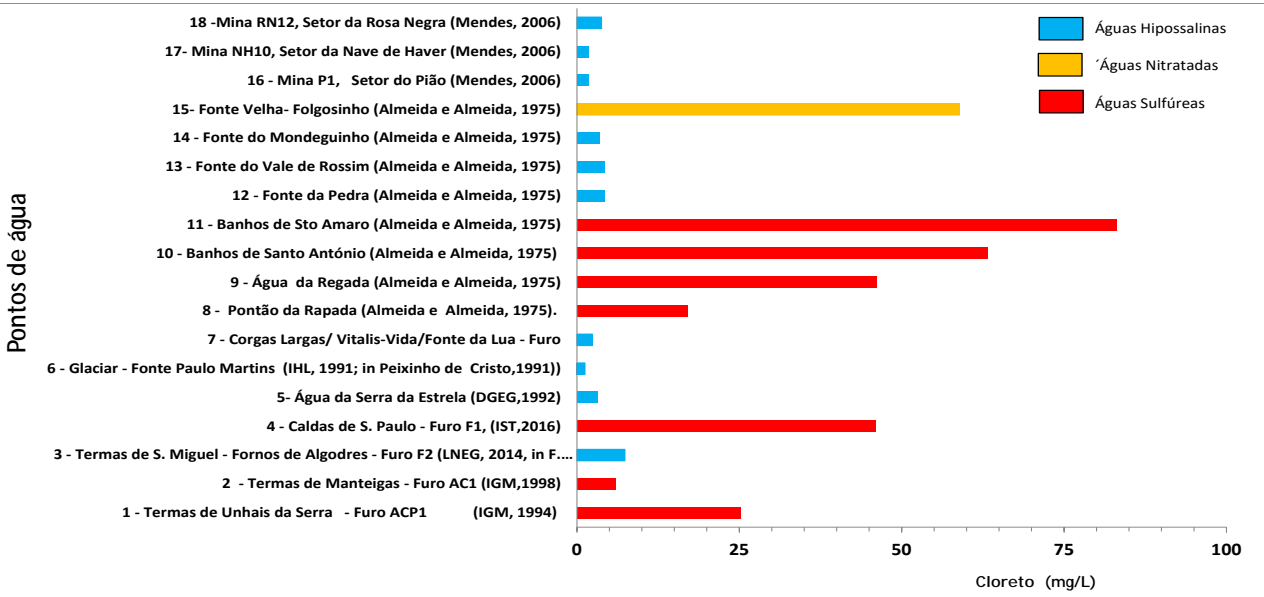
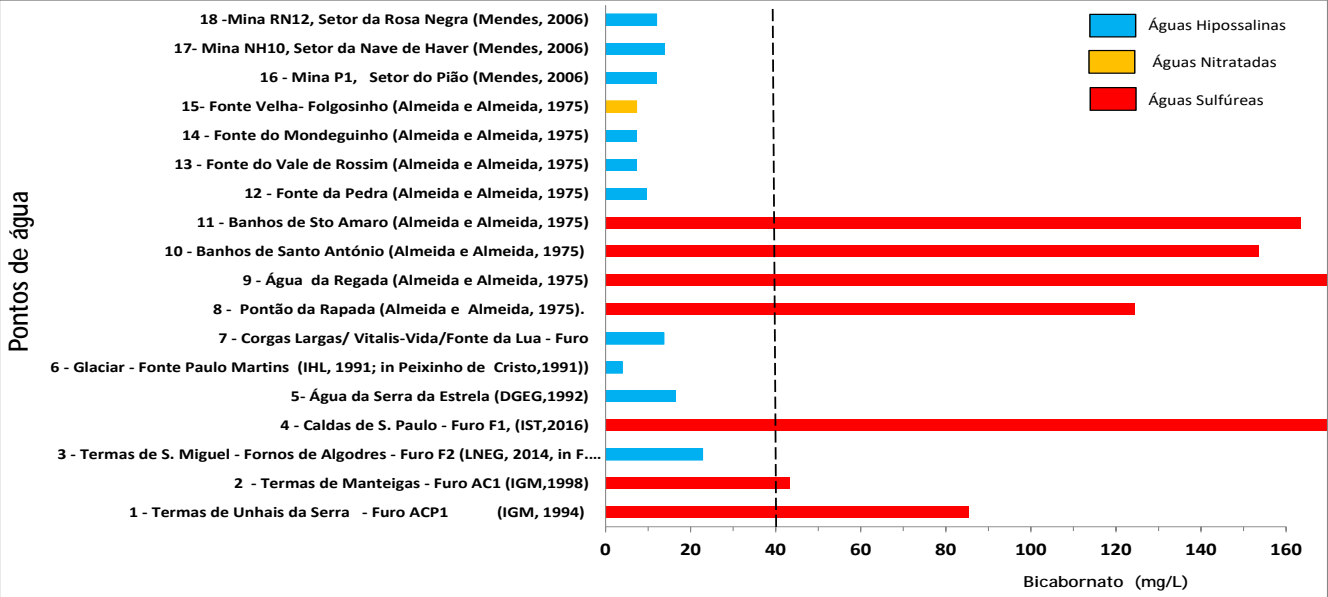
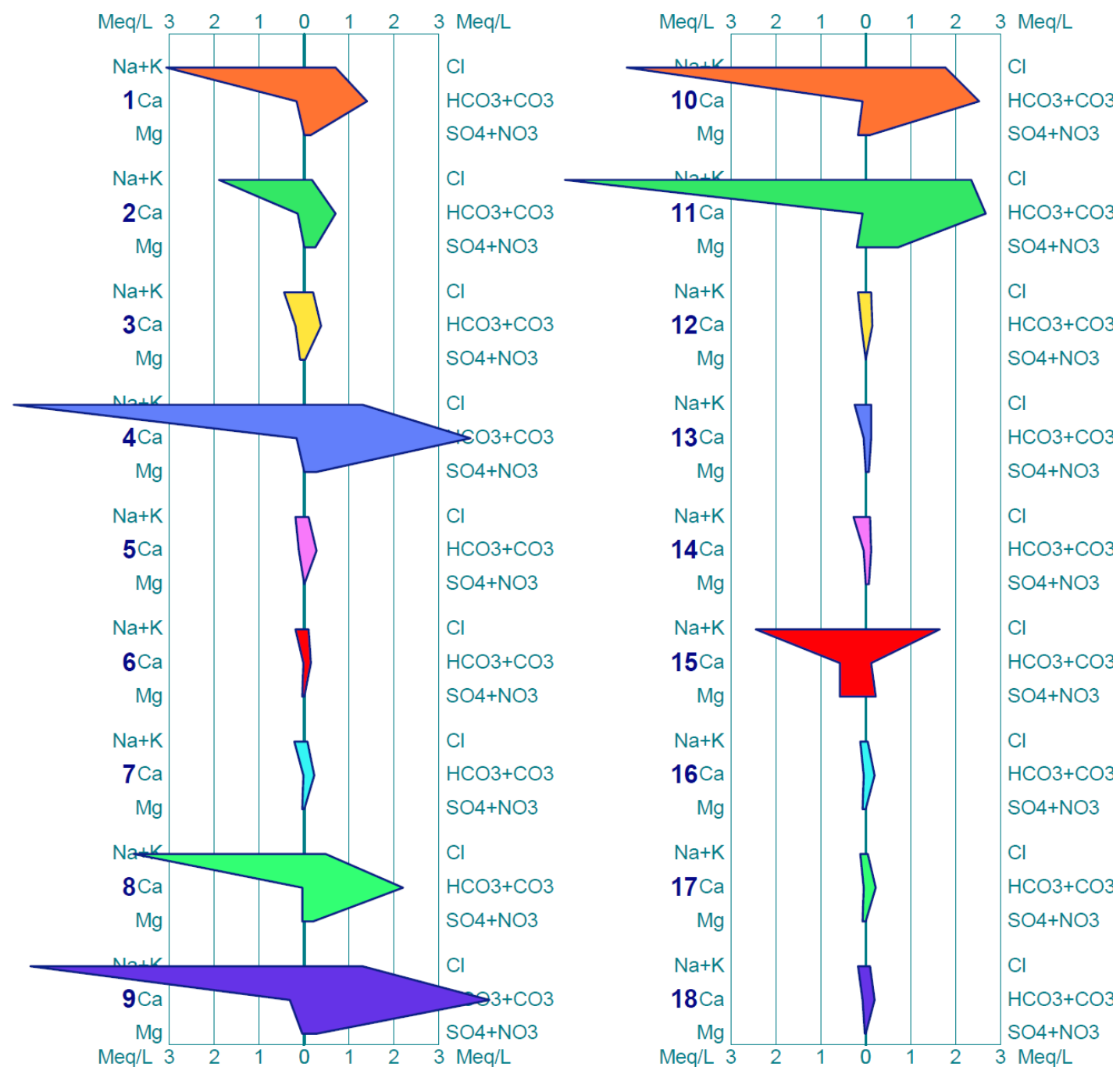


Figura 4.8 - Resultados dos principais aníons das águas subterrâneas dos Pontos de Águas em proposta para Hidrogeossítios da zona do Aspiring Geoparque Estrela



Diagramas de Stiff

Águas Sulfúreas: 1 - 2 - 4 - 8 - 9 - 10 - 11

Águas Nitradas: 15

Águas Hipossalinas: 3 - 5 - 6 - 7 - 12 - 13 - 14 - 16 - 17 - 18

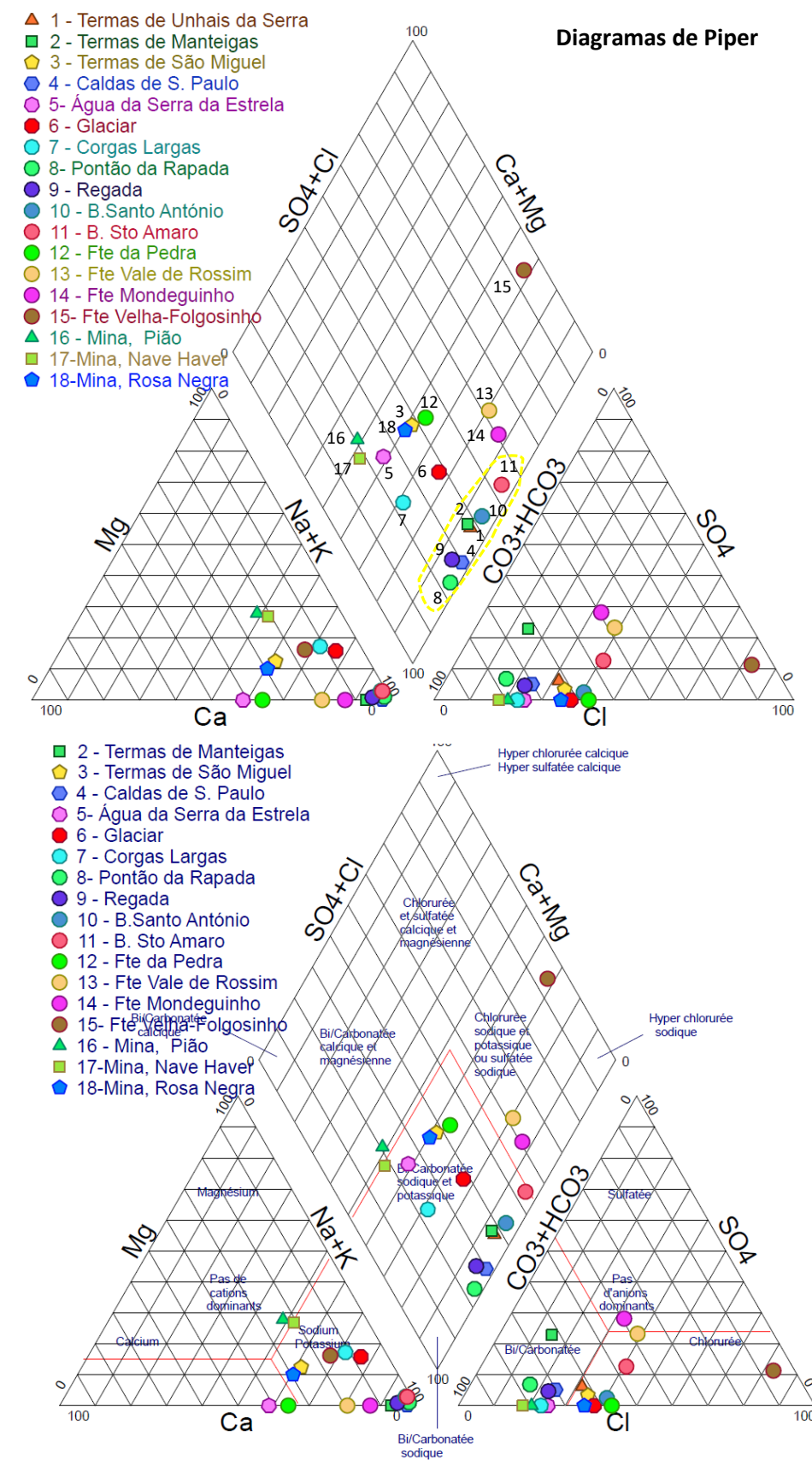


Figura 4.9 - Gráficos clássicos sobre o quimismo das águas subterrâneas dos Pontos de Águas em proposta para Hidrogeossítios da zona do Aspiring Geoparque Estrela

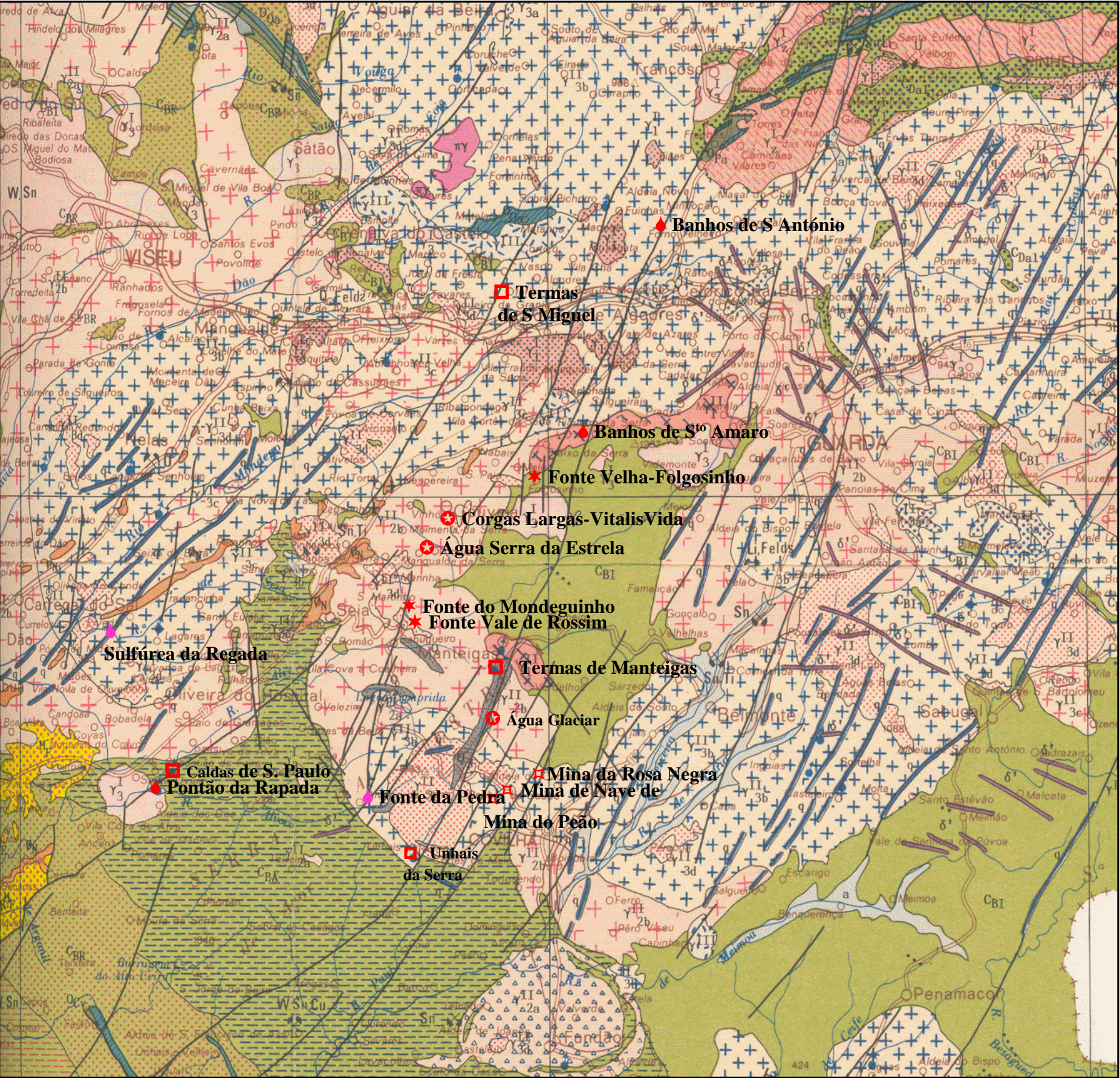


Figura 4.10 - Localização na área dos vários pontos propostos para hidrogeossítios sobre a carta geológica Aspirig Geoparque Estrela a partir de SGP, 1992, *in* Mendes, 2006

HIDROGEOSSÍTIO

- Termas em atividade
- Água em Engarrafamento
- Nascente com potencial de termalismo
- Nascente com potencial de termalismo e à ingestão
- Nascente/Fontenário
- Nascente/Mina

LEGENDA GEOLÓGICA

(Mencionada anteriormente no capítulo 3)

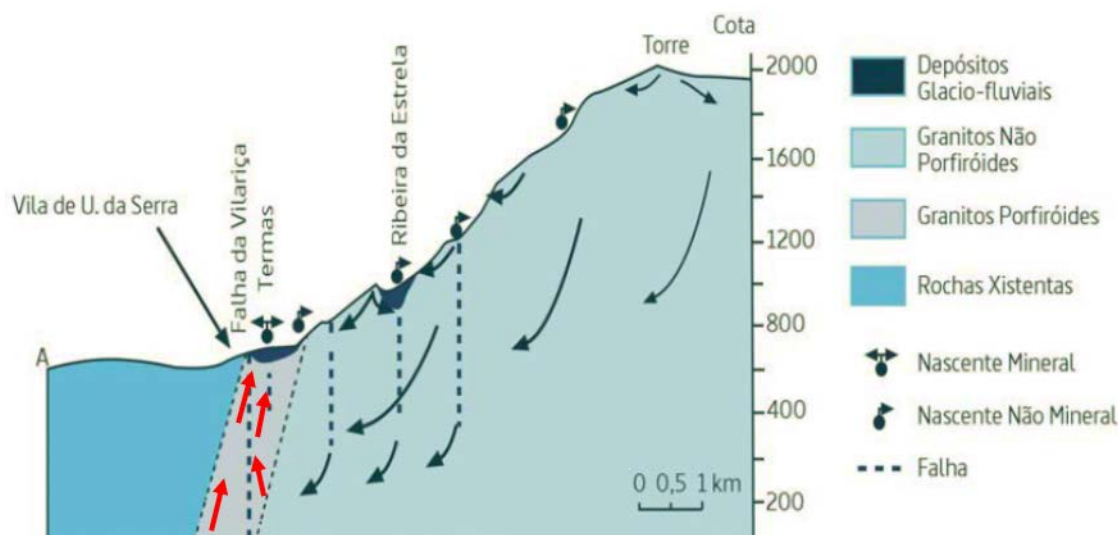


Figura 4.11 Esboço sobre o modelo conceitual da água mineral de Unhais da Serra (a partir de Ferreira Gomes, 2012)

Sobre a classificação dos hidrogeossítios, de acordo com o apresentado no item da metodologia no Capítulo 1, aplicada a todos os 18 hidrogeossítios identificados no ponto anterior, foram preenchidas as fichas de avaliação em relação à relevância e vulnerabilidade, apresentadas no Anexo III. Os resultados finais constam da Tabela de Resultados Finais do referido anexo e cuja síntese dos mesmos apresentam-se na Tabela 4.3.

Tabela 4 3 - Resultados da classificação dos hidrogeossítios em relação à relevância e vulnerabilidade

Nome	Relevância				Vulnerabilidade
	Ciêntifica	Educacional	Turística	Quantificação Final	
Termas de Unhais da Serra	72,5	72,5	92,5	79,17	53,75
Termas de Manteigas	65	82,5	82,5	76,67	60
Termas de S. Miguel	77,5	72,5	85	78,33	61,25
Caldas de S. Paulo	67,5	75	92,5	78,33	67,5
Água Serra da Estrela - Fonte da Videira	36,25	31,25	50	39,17	51,25
Glaciar - Fonte Paulo Martins	77,5	77,5	80	78,33	52,5
Aldeias - Corgas Largas	26,25	41,25	52,5	40,00	61,25
Água Sulfúrea da Regada	17,5	23,75	45	28,75	61,25
Sulfúrea do Pontão da Rapada	17,5	23,75	45	28,75	61,25
Banhos de Santo António	38,75	38,75	48,75	42,08	50
Banhos de Sto Amaro	36,25	36,25	47,5	40,00	50
Fonte da Pedra - Fonte Milagrosa	32,5	51,25	75	52,92	61,25
Fonte do Vale de Rossim	32,5	51,25	75	52,92	61,25
Fonte do Mondeguinho	37,5	45	48,75	43,75	32,5
Fonte Velha - Folgoso	35	48,75	62,5	48,75	80
Mina do Pião (P1)	45	28,75	48,75	40,83	36,25
Mina da Nave de Haver (NH10)	45	28,75	48,75	40,83	36,25
Mina da Rosa Negra (RN12)	45	28,75	48,75	40,83	36,25

Ficha de Inventariação do Hidrogeossítio					
Dados do Hidrogeossítio					
Código:	1	Nome:	Termas de Unhais da Serra	Tipo	Água Mineral
Localização:					
Município:	Covilhã	Freguesia:	Unhais da Serra		
Coordenadas geográficas:					
Latitude:	433300,07	Longitude:	66250,899	Altitude	690
Bacia Hidrográfica: Rio Zezere					
Utilização: Termalismo					
Litologia: Depósitos Fluvio-glaciares/Granito da Covilhã					
Emergência através de: Nascente/furos Artesianismo repuxante					
Condições de acesso: Acessível com Estacionamento					
Concessionário: Sociedade Termal de Unhais da Serra, SA		Indicações Terapêuticas: Doenças Reumáticas e musculoesqueléticas, Aparelho respiratório, Aparelho digestivo; Aparelho circulatório			
Situação Legal: Concessão HM/18, Direcção-Geral de Energia e Geologia Contrato de Concessão mais recente: 12/05/2006. O 1º Alvará de Concessão, foi publicado em Diário do Governo nº. 22, II Série, de 27 de Abril de 1927.					
Condições Geológico-Estruturais Locais: Captações sobre depósitos Fluvio-glaciares, que ocorrem sobre rochas graníticas hercínicas essencialmente porfíroides de grão grosseiro. Falhas de direcção global NE-SW, semi-verticais, com grandes possanças preenchidas com material argiloso, que se admite corresponderem ao sistema da falha da Vilarça - Unhais da Serra. Existência de outras falhas, semi-verticais, e onde se admite que ocorre a ressurgência da água mineral quente a partir de grande profundidade.		Condições Hidrogeológicas: Na zona das Termas há três principais unidades hidrogeológicas (Ferreira Gomes e Saraiva, 1997): i) Unidade A - constituída essencialmente por depósitos fluvio-glaciares e por vezes aluviões actuais, que constituem um aquífero livre ou freático, de permeabilidade alta a elevada; ii) Unidade B - constituída por granitos, por vezes muito fracturados, constituindo um sistema aquífero semi-confinado a confinado, de permeabilidade geralmente média; iii) Unidade C - constituída essencialmente por xistos e grauwagues, com permeabilidade geralmente baixa e quase nula nas proximidades do contacto com o granito. É a unidade B que constitui o sistema aquífero mineral.			
Hidrogeosingularidades: água licenciada como recurso geológico; água muito antiga, com cerca de 10000 anos; Artesianismo repuxante (água repuxa de forma natural); Água naturalmente quente, com 38º atualmente; água com potencial para ser captada com cerca de 100ºC; Água com propriedades terapêuticas.		Outras Singularidades: As termas provavelmente já eram conhecidas pelos romanos (Leitão, 1993). Em épocas mais recentes encontra-se uma referência em 1726 no Aquilégio Medicinal (Fonseca Henriques, 1726) ao referir-se às Caldas da Covilhã, do seguinte modo: "no lugar " de Unhais da Serra, destrito da Villa de Covilhã, Comarca da Guarda, há huma fonte de agoa sulphurea, que detida em hum tanque em que se tomam 5 banhos...". Sabe-se que em meados do Séc. XVIII já existia no local actividade termal constituída pelo "banho de caldas" que se resumia a um único tanque com fundo de areia, no qual se juntavam 6 pessoas com diferentes doenças (Ferreira Gomes, 2012).			
Características e propriedade da água					
Cheiro	Sulfídrico	Cor	Incolor	Turbidez	água límpida
Parâmetros físico-químicos da água					
Temperatura: 38ºC	pH=8,7	eH=	Cond.(µS/cm):302	TDS/Resíduo Seco (mg/L):229	Min.Total(mg/L):269
Silica (mg/L): 50,4	Sódio (mg/L):69,3	Bicarbonato (mg/L):85,4	Sulfato (mg/L):6,7	Outro:	Fluoreto (mg/L):14,9
Classificação global:		Água mineral, Sulfúrea, Bicarbonatada-Sódica e fluoretada			
Outros:		Nível Piezométrico = 2,3 m acima da cota do terreno. Temp.de Reservatório = 106,5ºC (Ferreira Gomes et al.,2015)			
Registo Fotográfico			Esquemas Hidrogeológico		
					
			Esquema de principio em planta (Ferreira Gomes,2012)		

Figura 4.12 - Exemplo de ficha individual de inventariação do hidrogeossítio

Ainda recorrendo à Tabela de Resultados Finais Hidrogeossítios supramencionada resultaram ainda os mapas que refletem a relevância e a vulnerabilidade de cada um dos sítios que se apresentam nas figuras 4.13 e 4.14 respetivamente.

Sobre a relevância salienta-se que foram os pontos de água 1,2,3,4, e 6, que ficaram com maior classificação, na classe de *“Relevância Elevada”*. São, portanto os casos das termas de água sulfúrea de características especiais, nomeadamente a sua temperatura e o artesianismo repuxante, associam-se ainda as Termas de S. Miguel, apesar de recurso diferente das sulfúreas, e ainda o caso da água Glaciar que faz parte das águas que são engarrafadas e, em especial, se associa pela proximidade ao vale glaciar de Manteigas. Enfatiza-se que todos estes casos à luz da legislação portuguesa são considerados recursos geológicos. Sob o ponto de vista da geodiversidade, salienta-se que estão aqui representados dois grupos bem distintos: as águas sulfúreas e as hipossalinas. Menciona-se em particular que os pontos de água sulfúrea não classificadas como água mineral (8,9,10 e 11) apresentam *“Relevância de baixo valor (8,9,11) e valor médio (11)”* mas como aconteceu recentemente às Caldas de S. Paulo, desde que venha a haver prospeções hidrogeológicas a revelação efetiva do recurso, podem surgir investidores e associarem unidades termais e de turismo, que facilmente aqueles pontos poderão aumentar a sua relevância.

Similares situações poderão acontecer com todos os outros pontos aqui considerados, desde que cientificamente haja estudos de cada um *per-si* e resultem melhoramentos nos mesmos, nomeadamente aqueles bem inseridos no coração da Serra da Estrela e que têm excelentes propriedades em termos de ingestão, pois estes poderão facilitar a otimização de percursos pedestres e outras actividades sobre geossítios e hidrogeossítios no âmbito do geoturismo do AEG, sendo acima de tudo locais de paragem para apreciação e um momento de prova de água cristalina e saudável, tornando assim, um geoturismo de excelência.

Sobre a classificação quanto à vulnerabilidade são no geral quase todos de vulnerabilidade moderada, situação que se considera positiva, com a particularidade de haver dois pontos (13,15) que apresentam vulnerabilidade elevada e se lhe deve dar alguma atenção no sentido destes pontos melhorarem em relação a estes aspetos.

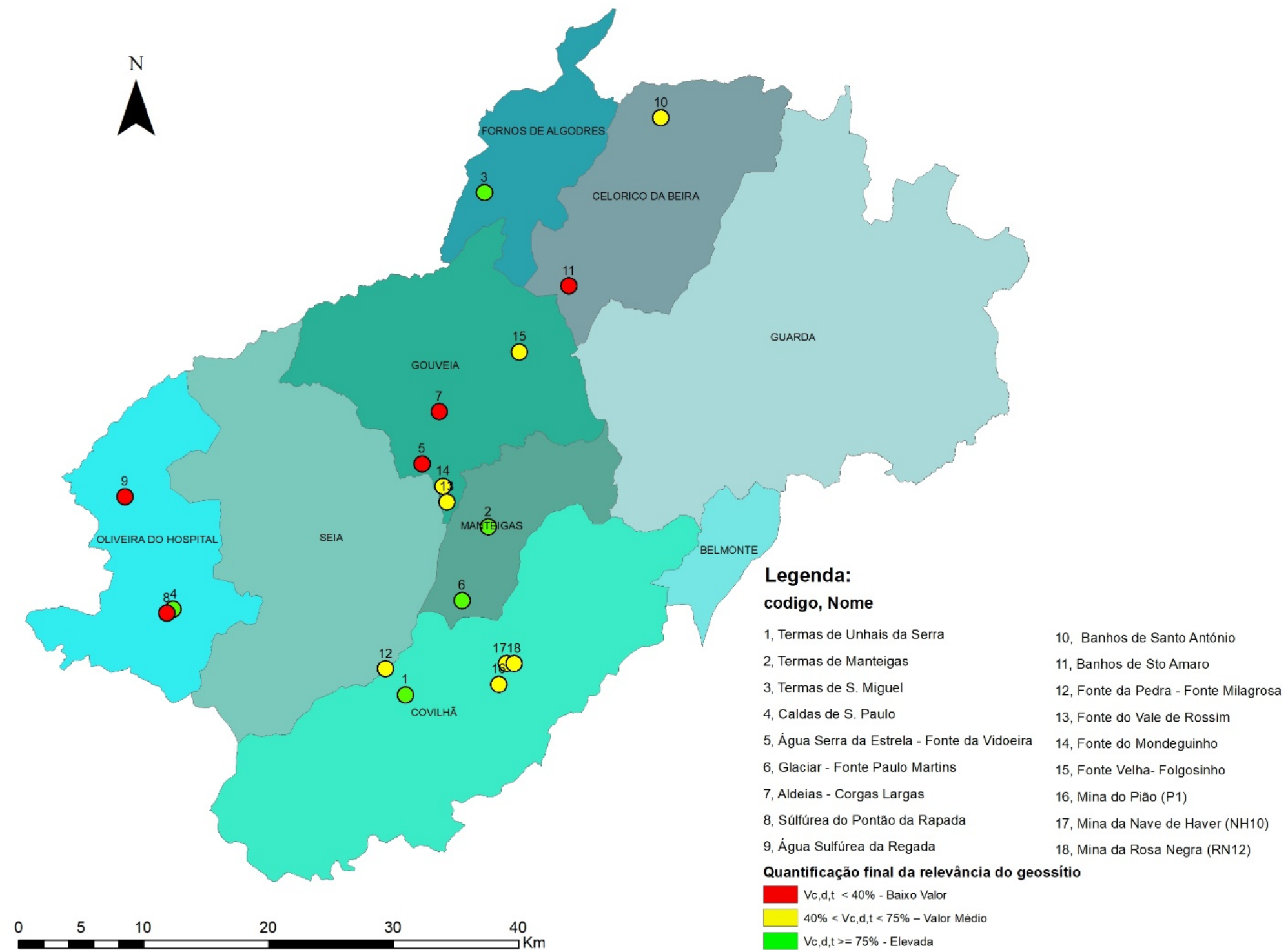


Figura 4.13 - Classificação Final da Relevância dos Hidrogeossítios em proposta na zona do território do AGE

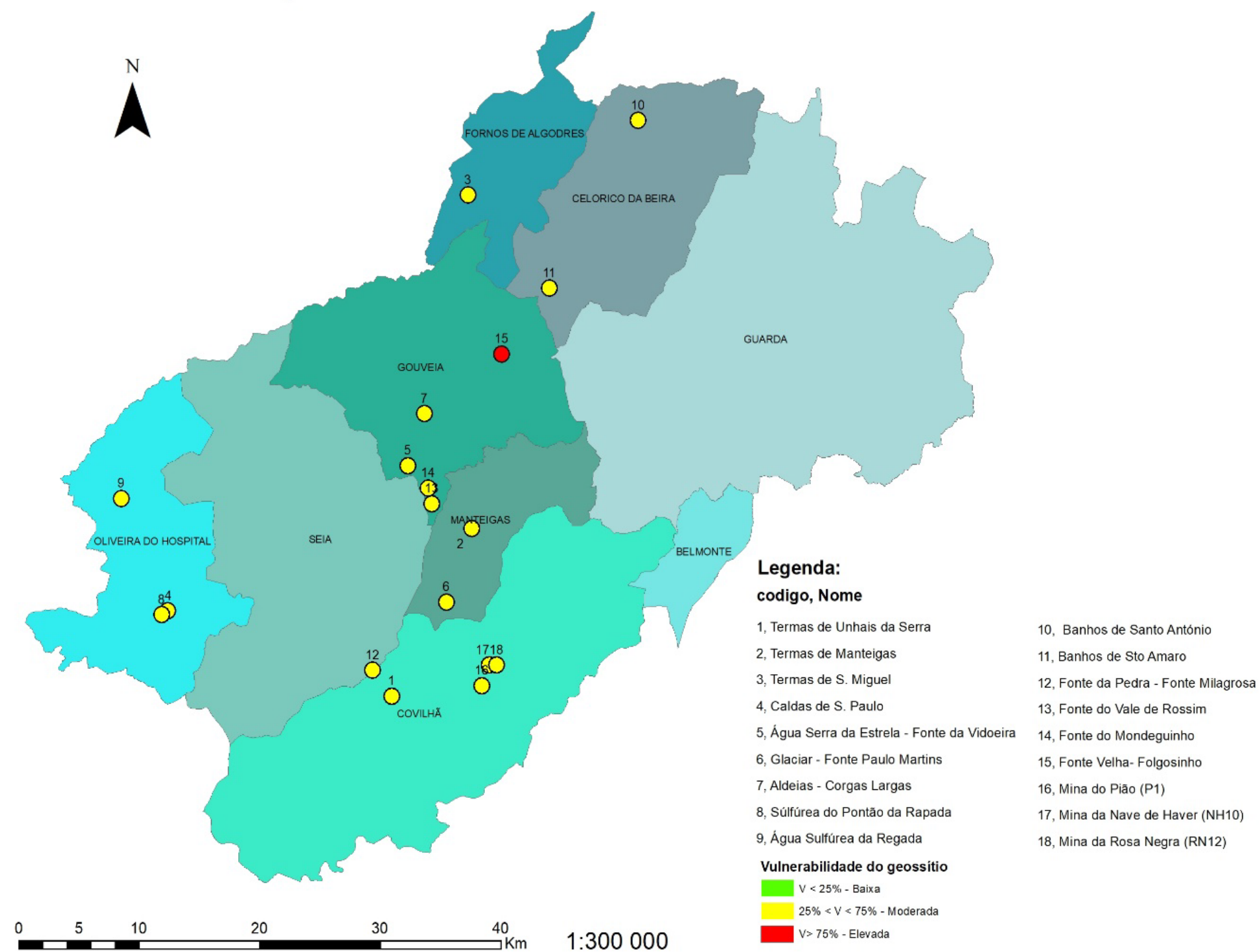


Figura 4.14 - Classificação de vulnerabilidade dos Hidrogeossítios em proposta AGE

4.4 Lagoas

A Serra da Estrela serve de berço a diversos rios, destacando-se o Mondego (maior rio a nascer em Portugal) e o Rio Zêzere e ribeiras, reunindo ainda um vasto e o mais importante conjunto de lagoas de montanha nacionais. Lagoas estas que possuem uma limnologia particular só encontradas em altitude proporcionando assim um habitat especial para o desenvolvimento de certas espécies de fauna e flora.

A última glaciação na Serra da Estrela ocorreu desde cerca de 100 mil anos até cerca de 10 mil anos (Ferreira e Vieira, 1999). Durante esse período houve uma forte atividade glacial que influenciou a morfologia sendo responsável pela modelação do terreno, manifestando-se na formação de depressões e moreias que formam o Património Natural atual. As depressões e as moreias serviram de base para o aparecimento das lagoas, aquando do recuo dos glaciares a água do degelo foi-se acumulando nessas singularidades o que levou ao que hoje chamamos de lagoas glaciares.

As lagoas glaciares podem ser divididas em três tipos (CISE, 2015):

- i) **Lagoas de circo** que se caracterizam por ocupar as cabeceiras dos vales glaciares, possuem vertentes elevadas resultado da escavação da rocha, possuem uma forma circular e são consideradas profundas tendo em conta a sua dimensão exemplos desses casos são a Lagoa Escura, Lagoa Redonda, o Covão Boieiro, Lagoa dos Cântaros e Lagoa do Peixão).
- ii) As **Lagoas de fundo de vale** por seu turno, estão localizadas em zonas mais planas resultando da erosão dos glaciares. A dominação de lagoas em rosário advém da disposição em linha, apresentam-se com uma forma alongada e profundidade baixa em relação à sua área os melhores exemplos na Serra são a Lagoa da Francelha e a Lagoa Comprida.
- iii) As **Lagoas de moreias** estão alojadas sobre depósitos sedimentares e a sua reduzida profundidade e substrato permeável são características destas Secas são os melhores exemplos Lagoa Seca de Seia e a Lagoa Seca de Manteigas

O fenómeno de colmatação é um processo lento e gradual presente nas lagoas naturais em que as depressões são preenchidas pelo arrastamento de materiais provenientes da envolvente, não obstante o ser humano também contribuir para uma maior celeridade do processo pois a sua atividade na periferia destas pode levar a uma maior acumulação de matéria orgânica que irá provocar um maior crescimento de vegetação e consequente aumento do processo de colmatação. Atualmente este fenómeno pode ser observado de forma clara na Lagoa Escura e na Lagoa do Peixão. A Lagoa Seca de Manteigas e Lagoa Seca de Seia são os melhores exemplos de lagoas com o processo de colmatação mais avançado.

A nível de morfométrico, as lagoas naturais são caracterizadas por apresentarem superfícies e profundidades reduzidas, ficando secas em alguns períodos do ano. São prova deste fenómeno as lagoas Escura, Redonda, Peixão, Salgadeiras, Cântaro, Candeeira e Francelha.

A maior lagoa de origem glaciária é a Lagoa Comprida; estima-se que seria a maior lagoa da Península Ibérica; esta lagoa tal como outras lagoas, Covão do Quelhas e Serrana, foram sujeitas a intervenção humana, construindo diques o que levou ao aumento das suas dimensões originais. Estas construções têm como objetivo o de permitir um armazenamento de água para a produção hidroelétrica e em alguns casos abastecimento público.

Existem ainda na Serra da Estrela albufeiras construídas sobre depressões de origem glaciária, estes tipos de lagoas são totalmente naturais. Exemplos desta singularidade Covão do Forno, Covão do Meio ou Covão do Curral.

Estão implantados sistemas de drenagem que fazem a ligação entre elas, sendo alguns de origem natural, ligação entre a Lagoa Escura e Lagoa Comprida, e ainda ligações artificiais, ligação entre o Covão do Curral e Lagoa Comprida através de túnel (CISE, 2015).

No presente trabalho foram inventariadas 20 lagoas, cuja localização se apresenta na Figura 4.16. As suas características principais apresentam-se na Tabela 4.4, e os aspetos detalhados estão apresentados nas fichas individuais no Anexo II.

É assim perceptível que a litologia predominante é o granito havendo ainda lagoas instaladas sobre depósitos glaciários, como são o caso das Lagoas Secas de Manteigas e Seia (Figura 4.15), estas constituem uns dos melhores exemplos dos efeitos de sedimentação (colmatação) bem como da atividade glaciária na região.



Figura 4.15 - Lagoa Seca de Seia (Prata 2010)

Tabela 4.4 - Lagoas inventariadas e as suas principais características no território do Aspiring Geoparque Estrela

Nome	Altitud e (m)	Área (m2)	Bacia Hidrográfica	Tipo	Litologia	Falhas
Lagoa Comprida	1595	757803	Rio Alva	Dique Abastecimento/ Hidroelétrica	Granito de Seia	Sim
Lagoa Escura	1680	19147,8	Rio Alva	Natural	Granito de Seia	Não
Covão do Curral	1480	37465,1	Rio Alva	Dique Hidroelétrica	Depósitos Glaciários Fluvio-Glaciários	Sim
Covão do Forno	1575	31234,1	Rio Alva	Dique Abastecimento	Depósitos Glaciários Fluvio-Glaciários	Não
Lagoa Seca (Seia)	1620	7021,35	Rio Alva	Natural	Depósitos Glaciários Fluvio-Glaciários	Sim
Lagoa Redonda	1615	20960,6	Rio Alva	Natural	Granito de Seia	Não
Lagoa dos Conchos	1635	13248,5	Rio Alva	Dique	Granito de Seia	Sim
Lagoachos	1430	193177	Rio Alva	Hidroelétrica	Granito de Seia	Sim
Covão Boeiro	1735	14056,7	Rio Alva	Natural	Granito da Covilhã	Sim
Lagoa do Covão do Meio	1660	93978,4	Rio Alva	Dique	Granito da Covilhã	Sim
Lagoa da Francelha	1760	15523,3	Rio Alva	Natural	Granito da Covilhã	Não
Lagoa Serrana	1800	98963,6	Rio Alva	Dique	Granito da Covilhã	Não
Lagoa Covão do Quelhas	1810	48759,7	Rio Alva	Dique	Granito da Covilhã	Não
Salgadeiras 1	1845	4195,93	Rio Zêzere	Natural	Granito da Torre	Não
Salgadeiras 2	1820	2103,83	Rio Zêzere	Natural	Granito da Torre	Não
Lagoa do Peixão	1670	17051,1	Rio Zêzere	Natural	Granito da Torre	Não
Lagoa dos Cantaros	1640	9044,12	Rio Zêzere	Natural	Granito da Covilhã	Não
Lagoa da Candeeira	1410	6852,92	Rio Zêzere	Natural	Depósitos Glaciários Fluvio-Glaciários	Não
Lagoa seca (Manteigas)	1420	4947,3	Rio Zêzere	Natural	Depósitos Glaciários Fluvio-Glaciários	Não
Lagoa do Covão do Ferro	1580	71527,9	Rio de Alforfa	Dique Hidroelectrica	Granito da Covilhã	Não

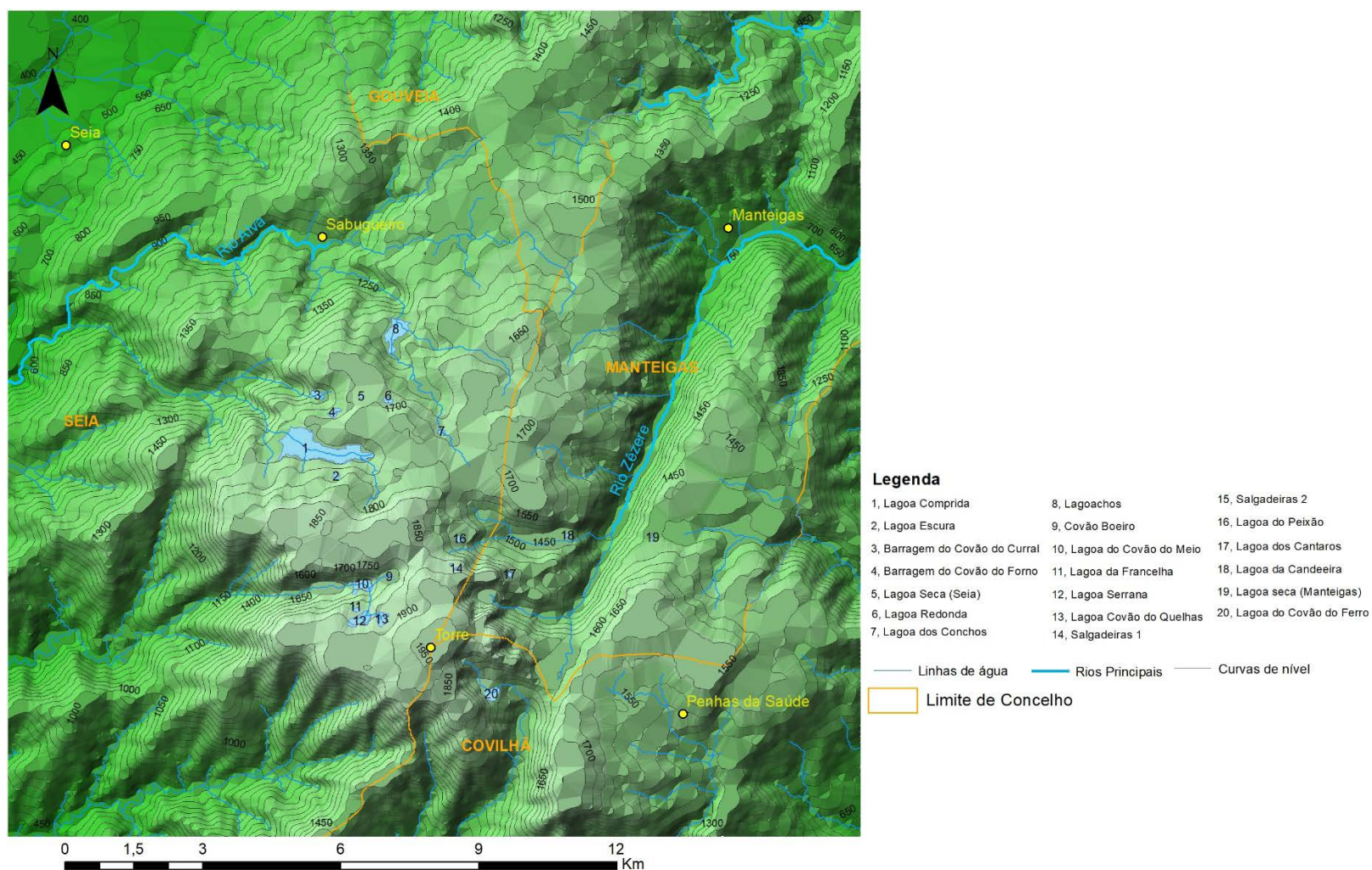


Figura 4.16 - Localização das Lagoas da zona de estudo

Seguindo a metodologia usada para os hidrogeossítios, as lagoas foram classificadas de acordo com a sua relevância e vulnerabilidade através das fichas da AEG. Os resultados constam da Tabela de Resultados Finais Lagoas do Anexo III e resumem-se na Tabela 4.5 e na Figura 4.17. Merece enfatizar que foi a Lagoa Comprida a que obteve o valor de relevância elevada e apresenta vulnerabilidade moderada como a maioria das lagoas da região.

Tabela 4.5 - Resultados da classificação quanto à relevância e vulnerabilidade do território do AGE

Nome	Relevância				Vulnerabilidade
	Científica	Educacional	Turística	Quantificação Final	
Lagoa Comprida	85	82,5	95	87,50	53,75
Lagoa Escura	49	38,75	65	50,92	55
Covão do Curral	52,5	72,5	82,5	69,17	55
Covão do Forno	42,5	51,25	65	52,92	52,5
Lagoa Seca (Seia)	42,5	36,25	41,25	40,00	42,5
Lagoa Redonda	42,5	33,75	46,25	40,83	38,75
Lagoa dos Conchos	52,5	51,25	70	57,92	50
Lagoachos	65	61,25	71,25	65,83	32,5
Covão Boeiro	47,5	48,75	48,75	48,33	57,5
Lagoa do Covão do Meio	52,5	42,5	48,75	47,92	53,75
Lagoa da Francelha	50	33,75	53,75	45,83	48,75
Lagoa Serrana	42,5	35	48,75	42,08	42,5
Lagoa Covão do Quelhas	42,5	35	48,75	42,08	48,75
Salgadeiras 1	55	37,5	58,75	50,42	33,75
Salgadeiras 2	55	37,5	58,75	50,42	33,75
Lagoa do Peixão	47,5	31,25	46,25	41,67	33,75
Lagoa dos Cantaros	60	58,75	72,5	63,75	33,75
Lagoa da Candeeira	47,5	42,5	52,5	47,50	33,75
Lagoa seca (Manteigas)	56,25	42,5	45	47,92	45
Lagoa do Covão do Ferro	52,5	57,5	70	60,00	52,5

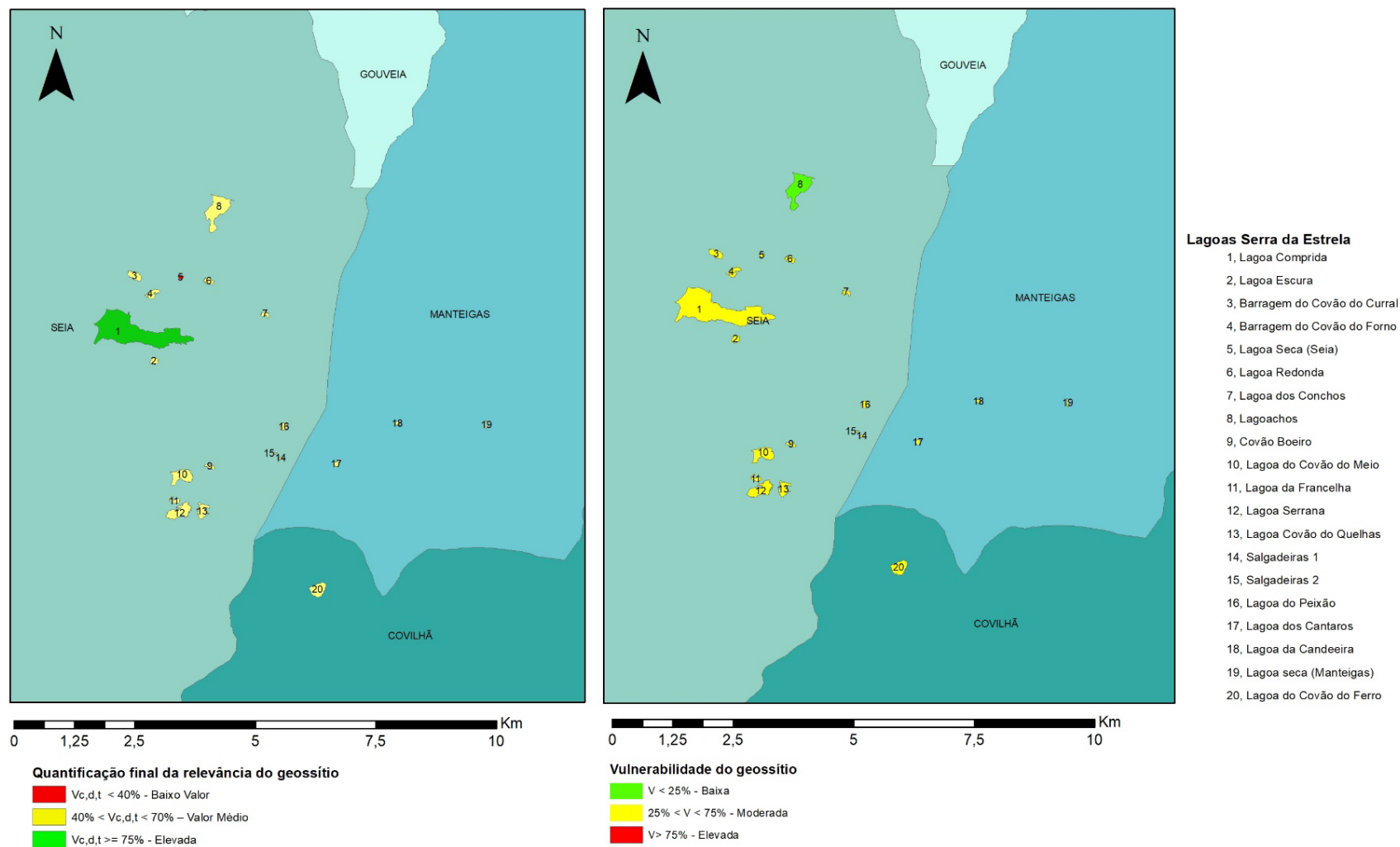


Figura 4.17 - Classificação quanto à relevância e vulnerabilidade do território do AGE

5 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

A presente dissertação permitiu a identificar algumas conclusões e considerações que são de seguida apresentadas.

No decorrer do trabalho procurou-se mostrar a aplicação prática de programas de SIG em complementaridade com outras plataformas computacionais, nomeadamente Autocad, na elaboração de perfis e ferramentas Office, das quais se destaca o Excel, na georreferenciação e catalogação de espaços, de acordo com variáveis pré-selecionados, permitindo a sua representação e caracterização dos fenómenos nele ocorridos.

Indo mais além da inventariação e caracterização, através do SIG é possível desenvolver um sem número de produtos e aplicações (ex. área websig) facilitando a interação com um maior e mais diversificado público. Este é cada vez mais o caminho seguido quer a nível nacional quer a nível internacional pelas mais diversas instituições públicas e privadas. Na verdade, os SIG assumem um papel muito importante quer funcionando como base de dados, facilitando o armazenamento e acesso aos dados recolhidos, quer para gerar cartas ou mapas com recursos aos dados disponíveis.

Dada a relevância que atualmente os geoparques e o geoturismo têm vindo a assumir nas dinâmicas de desenvolvimento e conservação do património, relevância esta, materializada na candidatura da Serra da Estrela a geoparque da UNESCO por parte da AEG, constatou-se que este seria um bom tema para aplicação e aprofundamento de potencialidades dos SIG's.

Tendo em conta que a candidatura da AEG tem por base a geologia, dando mais ênfase à parte geológica, importa aplicar a metodologia para a classificação de geossítios desenvolvida pela AEG a outros elementos que constituem o conceito de geoparque, nomeadamente os recursos hídricos. A água enquanto património natural, com potencial nas áreas científicas, educacional e turística, constitui-se como um elemento fundamental no conceito holístico para esta inerente ideia de geoparque, pelo que se torna necessário realizar a sua inventariação, caracterização e avaliação em relação à sua relevância e vulnerabilidade.

Dado o carácter inédito do assunto principal da presente dissertação, que é o facto de "agarrar" pontos de água subterrânea e à semelhança do conhecimento recente acerca do Geoturismo e Geossítios e toda a temática associada e considerá-los com características especiais de modo a serem uma nova classe de geossítios, foi necessário efetuar uma imensa pesquisa bibliográfica, não só sobre as temáticas dos geossítios, como também de todos os aspetos ligados à hidrogeologia da grande região da Serra da Estrela. Consultaram-se imensos trabalhos

e verificou-se haver centenas de pontos de água na região da Serra da Estrela, mas dos quais foi possível verificar que alguns apresentam características singulares, tendo as mesmas se organizado desde logo, nos seguintes grupos:

Águas subterrâneas Usadas em Termas;

Águas subterrâneas Usadas em Engarrafamento;

Águas subterrâneas com potencial de serem licenciadas para novas termas com aproveitamentos geotérmicos;

Águas subterrâneas com potencial de serem licenciadas para novas águas de engarrafamento, e/ou unidades termais e associadas singularidades especiais; e

Águas subterrâneas captadas em minas, com singularidades especiais

As características genéricas que levaram à tal organização apresentam-se na Tabela 4.1; as características detalhadas das mesmas podem observar-se nas fichas individuais em Anexo II, como ainda na “grande” tabela em Anexo Destacável (Anexo IV).

Teceram-se várias considerações sobre os aspetos especiais destes novos lugares em estudo, e que se entendeu desde logo designar por hidrogeossítios (em proposta), tendo o cuidado de separar dos mesmos as lagoas por apresentarem especificidades próprias.

Assim, usando a metodologia desenvolvida foram inventariados, através das fichas de Excel criadas para o efeito, 18 hidrogeossítios e 20 Lagoas. Foram ainda recolhidas várias características ou especificidades apresentadas ao longo do trabalho, que permitiram aplicar a metodologia desenvolvida pelo AEG e utilizada neste trabalho.

Face aos resultados obtidos em relação aos hidrogeossítios, foram preenchidas as fichas de avaliação em relação à relevância sob os valores científico, educacional e turístico, e ainda da vulnerabilidade, apresentadas detalhadamente em Anexo III e cuja síntese dos resultados é apresentada na Tabela 4.3 e nos mapas finais das figuras 4.13 e 4.14 respetivamente em relação à relevância e vulnerabilidade-

Sobre a relevância salienta-se que foram os pontos de água 1: Termas de Unhais da Serra, 2- Termas de Manteigas, 3 - Termas de S. Miguel, 4- Caldas de S. Paulo, e 6 - Água Glaciar, que ficaram com maior classificação e na classe de “Relevância Elevada”. São, portanto, os casos das termas de água sulfúrea (1,2,4) de características especiais, nomeadamente a sua temperatura e o artesianismo repuxante, associando-se ainda as Termas de S. Miguel (3), apesar de recurso diferente das sulfúreas, e ainda o caso da água Glaciar (6), que faz parte das águas que são engarrafadas e em especial se associa pela proximidade ao vale glaciar de Manteigas.

Enfatiza-se que todos os casos anteriores à luz da legislação portuguesa são considerados recursos geológicos. Sob o ponto de vista da geodiversidade, salienta-se que estão aqui

representados dois grupos bem distintos: as águas sulfúreas e as hipossalinas (Termas de S. Miguel e Glaciar).

Menciona-se em particular que os pontos de água sulfúrea não classificadas como água mineral (8,9,10 e 11) apresentam “Relevância de baixo valor (8,9,11) e valor médio (11)” mas como aconteceu recentemente às Caldas de S. Paulo, desde que venha a haver prospeções hidrogeológicas a revelação efetiva do recurso, podem surgir investidores e associarem unidades termais e de turismo, que facilmente aqueles pontos poderão aumentar a sua relevância.

Similares situações poderão acontecer com todos os outros pontos aqui considerados, desde que cientificamente haja estudos de cada um per-si e resultem melhoramentos nos mesmos, nomeadamente aqueles bem inseridos no coração da Serra da Estrela e que têm excelentes propriedades em termos de ingestão, pois estes poderão facilitar a otimização de percursos pedestres e outros sobre geossítios e hidrogeossítios no âmbito do geoturismo do AEG, sendo acima de tudo locais de paragem para apreciação e um momento de prova de água cristalina e saudável, tornando assim, um geoturismo de excelência.

Sobre a classificação quanto à vulnerabilidade são no geral quase todos de vulnerabilidade moderada, situação que se considera positiva, com a particularidade de haver dois pontos (13,15) que apresentam vulnerabilidade elevada e se lhe deve dar alguma atenção no sentido destes pontos melhorarem em relação a estes aspetos.

Em relação às lagoas apenas umas delas assume importância relevante, será de ponderar, se as fichas e os critérios propostos para os recursos geológicos não deverão de alguma forma serem adaptados para estes elementos mais específicos ou, em alternativa, se estes locais devem ser avaliados no contexto geológico, natural e cultural em que estão inseridos. Seja qual for a abordagem utilizada, existe um longo caminho a percorrer e explorar com o intuito de através dos SIG captar a riqueza e diversidade que os locais analisados oferecem.

Não obstante a estas limitações e o caminho que ainda há a percorrer, os resultados obtidos permitiram demonstrar as potencialidades e utilidade do SIG na inventariação e classificação dos elementos que constituem um geoparque, vislumbrando-se um sem número de potencialidades não só ao nível da gestão da informação interna do parque como na sua promoção e divulgação. Por fim, de referir que os resultados obtidos deverão ser lidos como um exercício teórico, já que para serem mais rigorosos e aderentes à realidade seria necessário recorrer a uma equipa multidisciplinar com conhecimentos em áreas mais específicas, o que extravasava o âmbito deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

Acciaiuoli, L. M. C. (1952). Le Portugal Hydromineral. Vol. I, Direction Générale des Mines et Services Géologiques, Lisbonne. 284 p.

Acciaiuoli, L. M. C. (1953). Le Portugal Hydromineral. Vol. II, Direction Générale des Mines et Services Géologiques, Lisbonne. 574 p.

AEG (2016a). Projeto. Aspiring Geopark Estrela. 18p. Estrela Aspiring Geopark, Associação Geopark Estrela (Documento interno).

AEG (2016b). Geossítios. Aspiring Geopark Estrela. 27p. Estrela Aspiring Geopark, Associação Geopark Estrela. (Documento interno).

Almeida, F. M.; Moura, J. E. C. (1972). Carta das nascentes de Portugal, Escala 1/1000 000. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

Almeida, A. e Almeida, J.D. (1975) - Inventário Hidrológico de Portugal, 3º Volume, Beira Alta. Instituto de Hidrologia de Lisboa, Lisboa, 525 p.

Bastos, C; Quintela, M M; Matos, A. P.; Wateau, F.; Edler, F. Cabral, J.P.; Durand, J.Y.; Weiss, G.; Eddie, M.; Areal, L. e Cardana, I. (2002) "O NOVO AQUILÉGIO". Site: <http://www.aguas.ics.ul.pt/index.htm>, visitado em 1/4/2017.

Brilha, J. (2005). "Património Geológico e Geoconservação - A conservação da natureza na sua vertente geológica, Palimage Editors, Viseu.

Brilha, J. (2010). Enquadramento legal de suporte à proteção do património geológico em Portugal. In J.M. Cotelos Neiva, J. Ribeiro, A. Victor, M. Noronha, F. Ramalho, M (Edts.). - Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e a sua História. Associação Portuguesa de Geólogos, Volume II.

Brilha e Pereira (2014). "Património geológico de Portugal como base para ações de conservação da natureza e ordenamento do território", IX CNG/2º CoGePLiP, Porto 2014.

Calado, C. (1992). Carta de nascentes minerais, Escala /1 000 000. in: Atlas do Ambiente, Direção-Geral de Recursos Naturais/Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, Lisboa.

Calado, C. M. A. (2001). A ocorrência de água sulfúrea alcalina no Maciço Hespérico: quadro hidrogeológico e quimiogénese, Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa. 462 p.

Carvalho, A.M.M. (2016). Hidrogeologia ambiental da região do Parque Natural da Serra da Estrela (setor de Seia-Torre-Covilhã): uma abordagem multidisciplinar. Tese de Doutoramento, Universidade do Porto e Universidade de Aveiro, 266p.

Carvalho, M. R.; Cruz, J. V.; Almeida, C.; Silva, M. O., 1990. Hidrogeoquímica das águas dos granitos hercínicos das Beiras. *Geolis*, Lisboa, 4, 1/2: 229-248.

Cavaleiro, V.; Pires, J. e Carvalho, A. (2017) – Contribuição para o conhecimento do modelo hidrogeológico conceptual das águas subterrâneas das Caldas de São Paulo. 11º Seminário sobre Águas Subterrâneas, Porto, APRH, ISEP e GPAIH, Livro de Resumos, pp.95-98.

CISE (2015) – Centro de Interpretação Serra da Estrela “Triptico Água”.

Cunha, S. (2009), “O SIG AO SERVIÇO DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO: MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO - Trabalho de Projeto aplicado ao Município de Felgueiras”, Tese de Mestrado, Faculdade de Letras, Universidade do Porto.

DGGM (1992). Termas e Águas Engarrafadas em Portugal. Direcção-Geral de Geologia e Minas, Ministério da Indústria e Energia; Ed. DGGM, Dados Técnicos compilados por José Cruz; Lisboa.

DL 557 (1976). Decreto-Lei 557/76 de 16 de julho: Cria o Parque Natural da Serra da Estrela

DL 142 (2008). Decreto-Lei 142/2008 de 24 de julho: Estabelece o Regime Jurídico da Conservação da Natureza e da Biodiversidade e revoga os Decretos-Leis nºs 264/79, de 1 de agosto, e 19/93, de 23 de janeiro.

DL 54 (2015). Decreto-Lei 54/2015 de 22 de junho: Bases do regime jurídico da revelação e do aproveitamento dos recursos geológicos existentes no território nacional, incluindo os localizados no espaço marítimo nacional.

Eder, F. & Patzak, M. (2004), “Geoparks – Geological attractions: A tool for public education, Episodes, volume 27, pp. 162-164.

EGN (2016). European Geoparks Network, “Geoparks” [Online]. http://www.europeangeoparks.org/?page_id=342. [Acesso: 18-Out-2016]

Espinha Marques, J.; Marques, J. M.; Chaminé, H. I.; Carreira, P. M.; Fonseca, P. E.; Samper, J.; Vieira, G. T.; Mora, C.; Teixeira, J.; Martins de Carvalho, J.; Borges, F. B. e Rocha,

F.T.(2006). Hydrogeochemical model of a low temperature geothermal system in a mountainous terrain, Serra da Estrela. GRC Trans. Vol.30. pp.913-918.

Espinha Marques, J. (2007). Contribuição para o conhecimento da hidrogeologia da Região do Parque Natural da Serra da Estrela, Tese de Doutoramento, Universidade do Porto, 378 p.

Espinha Marques, J.; Marques, J. M.; Aguiar, C. (2009). A groundwater system in a mountain environment (Serra da Estrela, Portugal). in: Evelpidou N., Figueiredo T., Mauro F., Vahap A. & Vassilopoulos A. (Eds), Natural Heritage in Europe from East to West. Springer-Verlag, pp. 163-167.

Espinha Marques, J.(2010). Hidrogeologia da Região da Serra da Estrela (sector de Manteigas - Nave de Santo António - Torre): uma abordagem multidisciplinar. in: J. M. Cotelos Neiva, A. Ribeiro, M. Victor, F. Noronha, M. Ramalho (Eds). Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e sua História, Vol. II. Publicação Comemorativa do 'Ano Internacional do Planeta Terra'. Associação Portuguesa de Geólogos. Sociedade Geológica de Portugal.

Espinha Marques, J.; Marques, J. M.; Aguiar, C. (2010). A groundwater system in a mountain environment (Serra da Estrela, Portugal): 4pp. in: N. Evelpidou, T. de Figueiredo, F. Mauro, A. Vahap & A. Vassilopoulos (Eds.) Natural Heritage in Europe from East to West. Springer Verlag, Berlin, pp.163-167.

Espinha Marques, J; Marques, J. M.; Carreira, P. M.; Fonseca, P. E.; Monteiro Santos, F. A.; Moura, R.; Samper, J.; Pisani, B.; Teixeira, J.; Carvalho, J. M.; Rocha, F.; Borges, F. S. (2013). Conceptualizing a mountain hydrogeologic system by using an integrated groundwater assessment (Serra da Estrela, Central Portugal): a review. Geosciences Journal. The Association of Korean Geoscience Societies and Springer.

Estevão, C M SV. (2010). O Património Geológico em Áreas Protegidas no Maciço Ibérico: Inventariação de Geossítios baseada em pesquisa bibliográfica. Diss. Mestrado. Universidade do Minho, 154p.

Ferreira Gomes, L.M. (1993). Processo Hidrogeológico das Termas de Unhais da Serra. Relatório 1. Projeto Termas Unhais da Serra. C.M. da Covilhã. Covilhã.

Ferreira Gomes, L.M. (1994). Termas de Unhais da Serra. Estudo Hidrogeológico. Relatório 2. C.M. da Covilhã. Covilhã.

Ferreira Gomes, L.M. (1995). Termas de Unhais da Serra. Estudo Hidrogeológico. Relatório 3. C.M. da Covilhã.

Ferreira Gomes, L.M. (1997). Termas de Unhais da Serra. Perímetro de Proteção. C.M. da Covilhã. 1997.

Ferreira Gomes, L.M. e Saraiva, C.M.A. (1997). Protection areas of Unhais da Serra SPA. Portugal. Proceedings. Int. Symp. Eng. Geol. and the Environment. Athens. A.A.Balkema. Vol.2; pp. 1851-1855.

Ferreira Gomes, L.M. (2008). Sondagem de Pesquisa e Captação de Água Mineral Termal Quente. Relatório Final. Furo US1 - Captação Definitiva. Projeto sobre Aproveitamentos Geotérmicos nas Termas de Unhais da Serra, para Sociedade Termal de Unhais da Serra, S.A. Covilhã, dezembro/2008; 20p.6 Anexos.

Ferreira Gomes, L.M.; Mendes, E.; e Condesso de Melo, M. T. (2008). Qualidade da água subterrânea do maciço granítico da Serra da Estrela. 9º Congresso da Água - Água: desafios de hoje, exigências de amanhã. APRH, Cascais, ISBN: 978-97299991-5-4. Centro de Congressos do Estoril; Resumos de Comunicações, pp.11; paper nº 69, 11p.

Ferreira Gomes, L.M. (2009). Revisão do Plano de Exploração. Balneário Novo das Termas de Unhais da Serra, para Sociedade Termal de Unhais da Serra, S.A.. Covilhã, junho/2009; 29p.

Ferreira Gomes, L. M (2009). Água e a Geologia. Palestra Proferida em Unhais da Serra, no âmbito de Seminário "Aquanostro - Água para Consumo Humano" Organização: Rotary Club da Covilhã. Local: H2OTEL & Unhais da Serra Medical Spa, 2009-06-06. 50p.

Ferreira Gomes, L. M.; Quintela, Viriato M. A.; Mendes, M. (2010). The new well to obtain hot water and the drilling problems in very fractured granitic massif in Unhais da Serra Spa, Portugal. Proceedings World Geothermal Congress 2010; Bali, Indonésia.

Ferreira Gomes, L. M.; Barbosa de Almeida, P.G.F.L.; Andrade Pais, L.J. (2011). Potencial de água subterrânea quente a partir de captações muito profundas na zona da Nave de Santo António - Serra da Estrela. ICEUBI2011-International Conference on Engineering UBI2011 - Innovation and Development". Covilhã - Portugal. 28-30 novembro 2011. Ed. Freire, M. e Lanzinha, J. - Edições UBI 2011. Artigo 144 em CD ROOM, ISBN:978-989-654-079-1,10p.

Ferreira Gomes, L.M. (2014). Estudo hidrogeológico para atribuição direta de concessão como Água Mineral em Atividade Termal. Fornos de Algodres, Fornos Vida - Desenvolvimento Turístico e Imobiliário, S.A.; para Grupo de Desenvolvimento das Termas de Portugal; agosto, 2014. Volume I: 55p; Volume II: 7 anexos.

Ferreira Gomes L M, Ferreira Guedes J, Gomes da Costa T C, Coelho Ferreira P J, Neves Trota AP (2015) Geothermal potential of Portuguese granitic rock masses: lessons learned from deep boreholes. *Environmental Earth Sciences*. Springer-Verlag Berlim Heidelberg. Vol. 73, Number 6, March 2015, pp.2963-2979. Doi 10.1007/s12665-014-3605-y. ISSN: 1866-6280 (Print version); ISSN: 1866-6299 (electronic version - <http://link.springer.com/article/10.1007/s12665-014-3605-y>); Factor impact 2013: 1.572. (SCOPUS Index).

Ferreira Gomes L.M.; Ferreira Guedes J.; Gomes da Costa T.C.; Coelho Ferreira P.J. e Neves Trota A.P. (2015). Geothermal potential of Portuguese granitic rock masses: lessons learned from deep boreholes. *Environmental Earth Sciences*. Springer-Verlag Berlim Heidelberg. Vol. 73, Number 6, March 2015, pp.2963-2979.

Ferreira, Narcisso e Vieira, Gonçalo "Guia Geol3gico e Geomorfol3gico do Parque Natural da Serra da Estrela - Locais de Interesse Geol3gico e Geomorfol3gico", Parque Natural da Serra da Estrela, Lisboa, 1999, Edição: Instituto da Conservação da Natureza e Instituto Geol3gico e Mineiro.

Fonseca Henriques, F. (1726). Aquil3gio Medicinal. Edição fac-similada. Publicada por IGM, em 1998.Lisboa.

Galopim de Carvalho "Galopim de Carvalho, A. M. 1998. Geomonumentos: uma reflexão sobre a sua classificação e enquadramento num projecto alargado de defesa e valorização do patrim3nio Natural. Comunicações do Instituto Geol3gico e Mineiro, 84(2): G3-5., 1998.

Garc3a-Cort3s, A y Carcavilla L. (2009) Documento metodol3gico para la elaboraci3n del Inventario Espaol de Lugares de Inter3s Geol3gico (IELIG).

GGN (2017). Global Geopark "Global Geoparks Network_Global Network of National Geoparks." [Online]. <http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/51.htm>. [Acesso: 18-set-2017]

Gray, Murray "Geodiversity & Geoconservation" THE GEORGE WRIGHT FORUM volume 22, n3, 2005.

Guerreiro, M. V.; Abreu, D. e Ferreira, F.M. (1982) Unhais da Serra. Notas Geográficas, Hist3ricas e Etnográficas. Colecção Parques Naturais, N3 13.

IGM (1994) -Laborat3rio do IGM - Estudo f3sico-qu3mico completo da água do furo ACP-1 das Termas de Unhais da Serra.

I.G.M. (1998) - Análise química para controlo de estabilidade da água do furo AC1 das Caldas de Manteigas (Boletim 598/H/98, de 13-Nov-98).

IGM (1999) -Catálogo de Recursos Geotérmicos - Instituto Geológico e Mineiro. CD Recursos Geotérmicos.

IHL (1991). Relatório de Análise de Água da Fonte Paulo Luís Martins", Análise Química Completa. Instituto de Hidrologia de Lisboa.

ICNF - Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas "PARQUE NATURAL DA SERRA DA ESTRELA PLANO DE ORDENAMENTO RELATÓRIO AMBIENTAL" 2008.

Leitão A. (1993). Relatório Clínico. Estância Termal e Climática das Caldas de Unhais da serra.. Época Termal de 1993. 7p.

Lepierre, C. (1931). Chimie et psysico-chimie des Eaux. in: Le Portugal Hydrologique et Climatique, Vol.1, pp.75-106.

Lima, F (2008) Proposta Metodológica para a Inventariação do Património Geológico Brasileiro", Tese de doutoramento, Universidade do Minho.90p.

Luzes, O; Lepierre, C.; Narciso, A.; d'Arrochela, C.; Leite, A. P., 1934-1935. Le Portugal Hydrologique et Climatique, Direção Geral de Minas e Serviços Geológicos e Instituto de Hidrologia e Climatologia de Lisboa. Vol. 3, 326 p.

Marcos, T. M. S. (2016). Contribuição para o Conhecimento do Potencial Geotérmico do Distrito da Guarda. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil - Geotecnia e Ambiente, Universidade da Beira Interior. 136 p.

Mendes, E (2006) "Perímetro de proteção de captações de água subterrânea para consumo humano em zonas de montanha caso de estudo da cidade da Covilhã" Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Geotecnia Ambiental, Universidade da Beira Interior. 122 p.

Mendes, E., Ferreira Gomes, L.M. e Condesso de Melo, M. T. (2007). Contribution for the estimation of groundwater recharge in the granitic massif of Serra da Estrela (Portugal). XXXV Congress - International Association of Hydrogeologists. Groundwater and Ecosystems. Lisbon, 17-21 Sep. 2007. Ed. Ribeiro, L.; Chambel, A. and Condesso de Melo, T. Paper em CD, 7p., ISBN 978-989-95297-3-1

e Resumo em Livro, p.235, ISBN 978-989-95297-2-4.

Mendes, E.; Ferreira Gomes, L.M.; e Condesso de Melo, M.T. (2008). Contributo para a caracterização hidrogeológica das águas subterrâneas do maciço granítico da Serra da Estrela. Comunicações Geológicas. INETI. ISSN 0873 948X. Tomo 95, Lisboa. pp.61-71.

Morais, M.J. F. (2012). Sistemas hidrominerais nos terrenos graníticos da zona centro-ibérica em Portugal central: perspetivas químicas, isotópicas e genéticas sobre as águas sulfúreas. Tese de doutoramento, Universidade de Coimbra. 244p.

Parque Natural - Sítio da Rede Natura 2000 "Serra da Estrela", Adaptado do Sistema de Informação do Património Natural (SPINAT), 2002.

Peixinho de Cristo, F. (1991) Estudo Hidrogeológico da Área da Nascente Paulo Luis Martins. C. M. de Manteigas. 38 p.

Pereira, Diamantino "Estrutura Ecológica Nacional - Conceitos e Delimitação O subsistema da EEN - Geossítios", Conferência Internacional Estrutura Ecológica Nacional - Conceitos e Delimitação 2013.

Pereira, P.; Pereira, D. I.; Alves, M.I.C., (2007) Avaliação do Património Geomorfológico: proposta de metodologia, Publicação da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Volume V, APGeom, Lisboa, 2007, P.235-247.

Pinto, I. (2009); "Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Instituto de Investigação Científica Tropical

Prata, J (2017) Coleção de fotografias pessoais facultadas no âmbito do presente trabalho, Covilhã

Quintela, V.M.A. (2009). Estudos geohidráulicos, ambientais e de ocupação urbana na área da estância termal e climatológica de Unhais da Serra. Dissertação de Mestrado em Geotecnia Ambiental. Universidade da Beira Interior, 146 p.

Rodrigues, J C. em Geoturismo * Uma abordagem emergente. Geoturismo e Desenvolvimento Local. MINOM - Movimento Internacional para uma nova Museologia. Livro das XVIII Jornadas sobre a Função Social Museu - Idanha-a-Nova, 25 a 28 de setembro de 2008. CÂMARA MUNICIPAL DE IDANHA-A-NOVA. pp38-60.

Sharples, C. "Concepts and Principles of Geoconservation," Tasmanian Park, 2002.

Torres, A. (1931). Rapports entre les sources d'eaux minérales et la géologie. in: Le Portugal Hydrologique et Climatique, Vol. 1, pp.107-136.

UNESCO, Textos fundamentais da Convenção do Património Mundial de 1972, 2005.

UNESCO Portugal - <https://www.UNESCOportugal.mne.pt/pt/redes-UNESCO/rede-portuguesa-de-geoparques>. [Acesso: 25-Out-2016].

Veiga, N. M. S. A. (1999). Recherche hydrogéologique par méthodes géophysiques en terrains granitiques (région de Gouveia-Seia, Portugal), Tese de doutoramento. Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne, 312 p.

Vieira, G. (2004) - "Geomorfologia dos planaltos e altos vales da serra da estrela ambientes frios do plistocénico superior e dinâmica actual", tese de doutoramento Lisboa, Universidade de Lisboa, 2004. 724 p.

Anexos

Anexo I - Cartas de Localização

Anexo II - Fichas de Inventariação/Caracterização

Anexo III - Fichas de Avaliação: Relevância e Vulnerabilidade

Anexo IV - Elementos Principais Detalhados Mapas e Tabelas-Síntese
(Anexo Destacável)